Skrifter

udgivne af

Videnskabs-Selskabet i Christiania

1906.

I. Mathematisk-naturvidenskabelig Klasse.

2det Bind.

Christiania.
I Kommission hos Jacob Dybwad.
A. W. Brøggers Bogtrykkeri.
1908.

Skrifter

udgivne af

Videnskabs-Selskabet i Christiania

1906.

I. Mathematisk-naturvidenskabelig Klasse.

2det Bind.

Christiania.

I Kommission hos Jacob Dybwad.

A. W. Brøggers Bogtrykkeri.

1908.

DAS OBERSILUR
IM
KRISTIANIAGEBIETE.

EINE STRATIGRAPHISCH-FAUNISTISCHE UNTERSUCHUNG

VON

JOHAN KIÆR.

Mit 102 Abbildungen im Text, 3 Profiltafeln und 6 geologischen Karten.

BELOHNT MIT FRIDTJOF NANSEN'S PREIS FÜR 1906.

VIDENSKABS-SELSKABETS SKRIFTER. I. MATH.-NATURV. KLASSE. 1906. B. II.

UDGIVET FOR FRIDTJOF NANSENS FOND.

CHRISTIANIA.
IN COMMISSION BEI JACOB DYBWAD.
A. W. BRØGGERS BUCHDRUCKEREI.
1908.

VORWORT.

Im Jahre 1896 hatte ich Gelegenheit, unter der ausserordentlich angenehmen und lehrreichen Führung von Herrn *Akademiker Fr. Schmidt* das Silur in Estland zu studieren. Während dieser Reise studierte ich speziell den jüngsten Abschnitt des Untersilurs, womit meine erste Arbeit sich beschäftigt hatte; aber auch das estländische Obersilur wurde mir damals in den wichtigsten Lokalitäten gezeigt und erregte durch seine reiche Entwicklung mein lebhaftestes Interesse. Schon damals erwachte in mir der Gedanke, das noch wenig bekannte Obersilur im Kristianiagebiete einem vergleichenden Studium zu unterwerfen, eine Aufgabe, die eine natürliche Fortsetzung meiner Studien über die jüngste untersilurische Fauna bildete. Erst im Jahre 1901 konnte ich jedoch dieser Aufgabe näher treten; sie war aber viel umständlicher, als ich ursprünglich gedacht hatte. Es zeigte sich nämlich sogleich bei meinen ersten orientierenden Untersuchungen, dass die Entwicklung des Obersilurs in den verschiedenen Teilen des Kristianiagebiets ausserordentlich stark variierte, und es erschien deshalb notwendig, in den wichtigeren von diesen kleineren Gebieten eine Detailuntersuchung mit umständlichen Einsammlungen von Fossilien vorzunehmen. Die älteren Einsammlungen enthielten zwar viele schöne und interessante Stücke, waren aber für eine stratigraphische Arbeit wenig brauchbar.

Diese Arbeit nahm lange Zeit in Anspruch und noch nach 7 Jahren muss ich gestehen, dass noch viel Arbeit übrig ist, bevor alle Teile des Kristianiagebiets gleichmässig durchgearbeitet sind. Ja, ich hätte vielleicht noch nicht meine Resultate vollständig veröffentlicht, wenn nicht der *Nansenfondet* folgende Preisaufgabe für 1906 aufgestellt hätte: Eine faunistisch-stratigraphische Übersicht des Obersilurs im Kristiania-

gebiete. Meine Arbeit wurde im Jahre 1906 für diese Preisaufgabe eingereicht, und der Nansenpreis wurde ihr zugeteilt. Später habe ich dann weitere supplierende Untersuchungen und eine vollständige Durcharbeitung meiner ganzen Arbeit vorgenommen. Hierunter ist immer wieder so viel neues und interessantes aufgetaucht, dass der Abschluss der Arbeit wieder und wieder aufgeschoben wurde.

Das Hauptgewicht habe ich auf die faunistische Untersuchung gelegt; eine vollständige paläontologische Durcharbeitung konnte jedoch nicht durchgeführt werden. Das ist eine Sache der Zukunft, für welche diese Arbeit gerade die nötige Grundlage bilden soll.

Auch wichtige Teile der stratigraphischen Untersuchung mussten vorläufig fast unberücksichtigt bleiben, so z. B. eine genauere petrographische Untersuchung der Sedimentärgesteine unseres Obersilurs, die natürlich von grossem Interesse wäre.

Wenn ich somit jetzt auf meine Arbeit zurückblicke, sehe ich manches, das ich vollständiger und mehr ausgearbeitet wünschen könnte; aber das Beste ist des Guten Feind, wie *Professor Brøgger* mir während meiner Arbeit öfters gesagt hat, und deshalb wage ich schon jetzt meine Studien über unser Obersilur als ein Ganzes der wissenschaftlichen Welt vorzulegen.

Es bleibt mir nur übrig, diejenigen zu erinnern, die meine Arbeit im Laufe dieser Jahre gefördert haben.

Erstens gebührt es sich hier dem *Nansenfondet* und der *Videnskabsselskabet i Kristiania* meinen besten Dank auszusprechen; ohne die freigebige Unterstützung dieser Institutionen hätte meine Arbeit nicht in dem jetzigen Umfang und in so reicher Ausstattung erscheinen können. Auch der Universität bin ich für mehrere Reisestipendien zum grössten Dank vespflichtet.

Dann spreche ich ganz besonders dem Rektor der Universität, Herrn *Professor Dr. W. C. Brøgger,* dem scharfsinnigen und genialen Forscher des Kristianiagebiets, meinen herzlichsten Dank aus. Von Anfang an hat Herr Professor Brøgger meine Arbeit in jeder Weise gefördert. Nicht nur hat er die Universitätssammlung zu meiner unbeschränkten Verfügung gestellt, sondern auch die vielen wertvollen, von ihm selbst aus dem Obersilur eingesammelten Fossilien mir gütigst zur Bearbeitung überlassen. Noch wertvoller war mir sein stetiges Interesse für das Fortschreiten meiner Arbeit und die grosse Liebenswürdigkeit, womit er mir immer in geologische Fragen, die mir zweifelhaft waren, mit seinen einzigen Kenntnissen der Geologie des Kristianiagebiets geholfen hat.

Ferner habe ich zu nennen: Herrn *Bergmeister Th. Münster* und Herrn *Dr. K. O. Bjørlykke*, die beide wertvolle Sammlungen meiner Bearbeitung überlassen haben, weiter Herrn *Akademiker Fr. Schmidt* in St. Petersburg, der durch seine lehrreiche und angenehme Begleitung auf meiner Reise in Estland im Jahre 1896 meine Studien wesentlich gefördert hat, Herrn *Professor Ch. Lapworth* und *Dr. E. Shakespear* für ihre liebenswürdige Hilfe bei Bestimmung der Graptolithen aus Malmö, endlich eine Reihe von englischen Geologen, *Direktor of the Geolog. Survey I. I. H. Teall, Professor Ch. Lapworth, Professor W. W. Watts, Mr. Thomas, Mr. La Touche, Mr. Cobbold, Professor J. E. Marr, Professor Hughes*, die eine geologische Reise in England 1904 ausserordentlich angenehm und lehrreich machten, Herrn Amanuensis *J. Schetelig*, der mir mehrmals mit petrographischen Bestimmungen geholfen hat, Herrn *Ingeniør O. Large* und Herrn *Bergkandidat H. H. Horneman*, die mir bei topographischen und geologischen Aufnahmen geholfen haben.

Allen diesen geehrten Forschern und Freunden sowie allen anderen, die zu meiner Arbeit beitrugen, sage ich hiermit meinen besten Dank.

Kristiania im April 1908.

JOHAN KIÆR.

INHALTSVERZEICHNIS.

TEXT.

SPEZIELLER TEIL.

Stratigraphische Beschreibung der verschiedenen obersilurischen Gebiete.

ALLGEMEINER TEIL.

Die allgemeinen Ergebnisse der Untersuchung.

TEXTABBILDUNGEN UND PLANCHEN.

PROFILTAFELN.

Profiltafel I. 3 Profile durch das Obersilur auf Ringerike, 1 : 10 000.
1. Das Profil von Rolighed nach Kroksund und Sundvolden.
2. Das Profil von Rolighed nach Utø.
3. Das Profil von Ramberget nach Sandviken nördlich von Steinsfjord.

Profiltafel II. Detailprofil durch die Zonen 6 c und 7 a auf Limaastangen, 1 : 10.

Profiltafel III. Profil durch das Ludlow bei Skjørvold, 1 : 200.

GEOLOGISCHE KARTEN.

Karte I. Geologische Kartenskizze des Obersilurs auf Ringerike, 1 : 25 000.
Karte II. Das Ludlow bei Skjørvold auf Ringerike, 1 : 5000.
Karte III. Das Obersilur im Malmøgebiete, 1 : 10 000.
Karte IV. Das Obersilur auf den Inseln bei Holmestrand, 1 : 25 000.
Karte V. Geologische Karte über Langø bei Holmestrand, 1 : 5000.
Karte VI. Geologische Kartenskizze des Obersilurs bei Skien und Porsgrund, 1 : 100 000.

Einleitung.

Schon früh wurden einzelne silurische Versteinerungen aus der Umgebung von Kristiania von norwegischen Forschern wie Esmark, M. Sars und Boeck beschrieben; keiner von diesen scheint jedoch Studien über die stratigraphischen Verhältnisse der Schichten, aus denen diese Versteinerungen gesammelt waren, angestellt zu haben. Auch unser hervorragender Geologe Keilhau war noch nicht zum Verständnis der Schichtenfolge der altpaläozoischen Ablagerungen in Norwegen gelangt. Gebunden an eine falsche theoretische Anschauung über das Verhältnis zwischen den eruptiven und sedimentären Bildungen hat er in seinem Hauptwerke „*Gaea norvegica*" die altpaläozoischen Schichten Norwegens einseitig petrographisch behandelt, und seine Arbeit ist deshalb für die stratigraphische Forschung von keiner Bedeutung gewesen. In einer Beziehung muss hier jedoch eine Reservation gemacht werden. Er hat die erste geologische Karte über das Kristianiagebiet ausgearbeitet, eine für jene Zeit ausgezeichnete Arbeit, auf welcher auch die Verbreitung der „Übergangsformation" nach zahlreichen genauen Beobachtungen zum ersten Male angegeben ist. Obwohl er auf dieser Karte ebensowenig als in seinen Arbeiten eine stratigraphische Einteilung der Schichtenfolge durchgeführt hat, bildet sie dennoch eine wichtige Vorarbeit für die späteren Untersuchungen. Sie gab auch Veranlassung zu dem Besuche von Sir Roderick Murchison auf der 4ten Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Kristiania im Jahre 1844, der von der grössten Bedeutung für das Studium unserer altpaläozoischen Bildungen werden sollte.

Auf Grund von Keilhaus Karte und geologischen Beschreibungen hoffte dieser Altmeister der stratigraphischen Forschung, im Kristianiagebiete äquivalente Bildungen zu den von ihm in England aufgestellten silurischen und devonischen Systemen zu finden. Er wurde nicht

enttäuscht. Während seines Aufenthaltes in Kristiania besuchte er mehrere wichtige Lokalitäten im Kristianiatale und auf Ringerike und legte sofort in einem Vortrag der Naturforscherversammlung seine „Anschauungen über die Klassifikation der geologischen Schichten der Uebergangsformation bei Kristiania" vor. Dieser Vortrag, der in den Verhandlungen gedruckt ist[1], bildet die erste wissenschaftliche Grundlage für die stratigraphische Untersuchung der gesamten altpaläozoischen Ablagerungen im Kristianiagebiete.

Es ist nicht zu viel gesagt, wenn KJERULF 13 Jahre später in seiner bahnbrechenden Arbeit „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens" ausspricht: „Von dem Besuche Sir RODERICK MURCHISONS 1844, der zuerst ächt silurische Gegenden am Christianiafjord erkannte, datiert eine neue Epoche für die Geologie Norwegens."

Auf dieser Grundlage wurde dann von THEODOR KJERULF weiter gebaut. Mit TELLEF DAHLL zusammen gab er in der genannten Arbeit vom Jahre 1857 eine verhältnismässig detaillierte und für jene Zeit ausgezeichnete stratigraphische Darstellung der Silurformation in Norwegen. Er schildert hier die Verbreitung und Tektonik dieser Formation und gibt, gestützt auf faunistische Untersuchungen, diejenige Einteilung in Etagen, die in etwas veränderter Form bis zum heutigen Tage stehen geblieben ist. Einige Jahre später gibt KJERULF in „Veiviser ved geolog. Excursioner i Christiania Omegn" (1865) ein revidiertes und stark vergrössertes Verzeichnis der Versteinerungen in den verschiedenen Etagen.

Hiermit war der erste Abschnitt zum Studium der altpaläozoischen Ablagerungen im Kristianiagebiete abgeschlossen. Die Grundlage war gelegt, und der Bau in seinen Hauptzügen aufgeführt.

Ein neuer Abschnitt beginnt danach mit den Arbeiten von W. C. BRØGGER. Es war die genaue paläontologisch-stratigraphische Bearbeitung auf Grundlage von Detailuntersuchungen, die jetzt ausgeführt werden musste, und in einer Reihe meisterhafter Arbeiten hat BRØGGER diese Arbeit angefangen. Er hat das Kambrium und den unteren Teil des Untersilurs sowohl paläontologisch als stratigraphisch durchgearbeitet; weiter hat er eine vorläufige Übersicht über den jüngeren Teil des Untersilurs gegeben.

Durch diese Arbeiten von BRØGGER und einige Arbeiten des Verfassers, die den jüngsten Abschnitt des Untersilurs behandeln (Etage 5),

---

[1] Forhandl. ved de skandinav. Naturforskeres 4de Møde i Christiania 11te—18de Juli 1844. Christiania 1847.

ist das Kambrium und das Untersilur teils vollständig durchgearbeitet, teils jedenfalls von einem modernen wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus beleuchtet worden. Dagegen ist das Studium des Obersilurs im Kristianiagebiete seit KJERULFS Zeit nicht wesentlich weitergefördert. W. C. BRØGGER hat freilich gelegentliche Bemerkungen über die obersilurischen Etagen gemacht und infolge seiner Untersuchungen in einzelnen Punkten die Etageneinteilung des Obersilurs von KJERULF geändert. Auch muss hier eine neue Arbeit (1904) von K. O. BJØRLYKKE, die interessante neue Aufschlüsse über das Obersilur in Brumunddalen enthält, angeführt werden; in den Hauptzügen aber sind wir bis jetzt für das Obersilur auf dem Standpunkt KJERULFS im Jahre 1865 stehen geblieben.

Ich begnüge mich hier mit dieser kurzen historischen Übersicht der Untersuchungen der altpaläozoischen Ablagerungen im Kristianiagebiete und weise im übrigen auf das folgende Literaturverzeichnis hin. Im speziellen Teil dieser Arbeit habe ich dann unter der Schilderung der einzelnen kleineren Gebiete vom Obersilur die früheren Untersuchungen ausführlich behandelt.

Verzeichnis der Arbeiten, die das Obersilur im Kristianiagebiete behandeln.

1845. **R. I. Murchison.** — On the palaeoz. deposits of Scandinavia. (Qu. J. Geol. Soc. I. Pag. 467).

1846. **R. I. Murchison.** — Section across the territory of Christiania. (Qu. J. Geol. Soc. II. Pag 71).

1847. **R. I. Murchison.** — Foredrag i de skand. Naturforskeres 4de Møde 17 Juli 1844. (Forhandl. ved de skand. Naturf. 4de Møde i Christiania. P. 287).

1852. **R. I. Murchison.** — On the meaning of the term „Silurian System". (Qu. J. Geol. Soc. III. Pag. 173).

1854. **Th. Kjerulf.** — Et forhold i Christianiadalen. (Polytekn. Tidsskr.).

1855. **Th. Kjerulf.** — Das Christiania Silurbecken. (Universitetsprogram 1855. I).

1855. **R. I. Murchison.** — Addit. Observat. on the Silurian a. Devon Rocks near Christiania in Norway. (Qu. J. Geol. Soc. XI. Pag. 161).

1857. **Th. Kjerulf** u. **T. Dahll.** — Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Christiania.

1858. **R. I. Murchison.** — The Silurian Rocks near Christiania as describ. by Th. Kjerulf. (Qu. J. Geol. Soc. XIV. Pag. 36).

1858. **Th. Kjerulf.** — Beskrivelse af jordbunden over en del af Romeriget og Aker. (Polytekn. Tidsskr. 1858—59).

1859. **F. Römer.** — Bericht über geol. Reise nach Norwegen. (Z. deutsch. G. G. XI. 541).

1862. **Th. Kjerulf.** — Beskrivelse over jordbunden i Hedemarkens sorenskriverier og Totens tinglag. (Polytekn. Tidsskr.).

1862. **Th. Kjerulf.** — Beskrivelse over jordbunden i Ringeriket. (Polytekn. Tidsskr.).

1862. **Th. Kjerulf.** — Beskrivelse over jordbunden i Hadeland. (Polytekn. Tidsskr.).

1865. **Th. Kjerulf.** — Veiviser ved geol. excurs. i Christiania omegn. (Universitetsprogram for 1865. II).

1872. **R. I. Murchison.** — Siluria. 5th Edit. Pag. 319.

1879. **Th. Kjerulf.** — Udsigt over det sydl. Norges Geologi. (Christiania. Deutsche Ausgabe, Bonn 1880).

1882. **J. E. Marr.** — On the Cambrian a. Silurian Rocks of Scandinavia. (Qu. J. Geol. Soc. XXXVIII).

1884. **W. C. Brøgger.** — Spaltenverwerf. in d. Gegend Langesund—Skien. (Nyt Mag. f. Nat. 28).

1886. **W. C. Brøgger.** — Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. (Nyt Mag. f. Nat. 30).

1890. **W. C. Brøgger.** — Geologisk Kart over øerne ved Kristiania. (Nyt Mag. f. Nat. 31).

1900. **W. C. Brøgger.** — Norges Geologi. (Norge i 19de Aarh. I).

1904. **K. O. Bjørlykke.** — Om Oversiluren i Brumunddalen. (Norges G. U. Aarb. 1904. 2).

1904. **J. Kiær.** — Bemærkn. om Oversiluren i Brumunddalen. (Norges G. U. Aarb. 1904. 5).

1904. **K. O. Bjørlykke.** — Et kort tilsvar til Dr. Kiærs bemærkn. (Norges G. U. Aarb. 1904. 8).

Einleitende Bemerkungen über die Verbreitung der obersilurischen Ablagerungen im Kristianiagebiete.

Jede geologische Karte Norwegens zeigt im südöstlichen Teile des Landes die eigentümliche Begrenzung des Silurs auf das Kristianiagebiet („Kristianiafeltet"). „Unter diesem Namen kann in geologischer Hinsicht ein Landstreifen zusammengefasst werden, der sich in der Richtung NNO—SSW von der Gegend nördlich von Hamar und Gjøvik bis zu der Inselgruppe „Søstrene" im äussersten Teile des Kristianiafjords im SO. und bis Rognstrand westlich von Langesund im SW. erstreckt"[1]. Dies klassische Gebiet ist nach den Untersuchungen von W. C. Brøgger umgrenzt von grossen Verwerfungslinien und bildet ein grosses, kompliziertes Einsenkungsfeld. Gerade hierdurch sind die altpaläozoischen Bildungen, die im südöstlichen Norwegen abgesetzt wurden, hier mehr oder weniger bewahrt, während sie ausserhalb dieses Gebietes mit Ausnahme von wenigen und unbedeutenden Resten verschwunden sind.

Die jetzige Verbreitung der obersilurischen wie der übrigen altpaläozoischen Ablagerungen innerhalb dieses Gebietes ist nun natürlich, teils in den geologischen Vorgängen, die die Bildung dieses grossen Einsenkungfeldes verursachten und begleiteten, teils in der nachfolgenden Arbeit der Erosion, begründet.

Nach Ablagerung der mächtigen Schichtenfolge des Kambriums, Silurs und Devons traf die Faltung, die hauptsächlich mit SW—NOlichen Achsenlinien den mittleren und nördlichen Teil des Kristianiagebietes durchsetzt, die Verwerfungen und mächtigen Einbrüche ein; sie fanden in mehreren Epochen statt und waren von grossen Injektionen von lakkolithischen Massen und vulkanischen Ausbrüchen begleitet. Diese grossartigen geologischen Vorgänge haben wahrscheinlich in der späteren Zeit der devonischen Periode angefangen, wesentlich aber in der karbonischen und vielleicht permischen Zeit stattgefunden. Hiermit waren diejenigen tektonischen Verhältnisse geschaffen, womit dann die nachfolgende Erosion zu arbeiten hatte.

Th. Kjerulf und nach ihm W. C. Brøgger haben die hervorragende Bedeutung der Verwerfungslinien und Einsenkungen nicht nur für die Abgrenzung und Bildung des gesamten Kristianiagebietes, sondern auch für die orographische Ausformung innerhalb dieses, und gewiss mit grossem Rechte hervorgehoben. Jeder Geologe, der hier arbeitet, muss bald davon überzeugt werden. Hierin haben wir sicherlich auch die wesentlichen Ursachen der jetzigen Verbreitung der altpaläozoischen Bildungen und somit auch des Auftretens des Obersilurs zu suchen. Je nach Grösse

[1] W. C. Brøgger, Norges Geologi in „Norge i det 19de aarhundrede". 1900.

und Menge der Einsenkungen und der verschiedenen Drehung der einzelnen eingesunkenen Stücke hat die Erosion sich mehr oder weniger tief in die Schichtenfolge hineingearbeitet. An einzelnen Stellen hat sie die injicierten Lakkolithe blossgelegt, an anderen hat sie sich mehr oder weniger in die sedimentäre Schichtenfolge eingegraben, an noch anderen Stellen hat sie die alten Lavadecken auf weite Strecken mehr oder weniger geschont. Die einzelnen Glieder der altpaläozoischen Schichten des Kristianiagebietes treten aus diesen Ursachen heute in grösseren oder kleineren, mehr oder weniger isolierten Gebieten auf. So auch das Obersilur.

Meine Untersuchungen haben mir nun gezeigt, dass mehrere von diesen kleineren Gebieten vom Obersilur eine oft grosse Verschiedenheit in der Faciesentwickelung zeigen. Es finden sich 3 verschiedene Haupttypen der Faciesentwickelung: eine westliche, eine östliche und eine nördliche; die dazwischenliegenden nähern sich, je nach ihrer geographischen Lage, bald der einen, bald der anderen von diesen. Im speziellen Teile dieser Arbeit habe ich deshalb das Obersilur in verschiedene Gebiete geteilt, die spezielle Eigentümlichkeiten der Faciesentwickelung aufweisen. Jedes von diesen habe ich hier für sich behandelt, während ich in dem allgemeinen Teile eine allgemeine Übersicht gegeben habe.

Diese einzelnen obersilurischen Gebiete sind die folgenden:

I. Das Gebiet auf Ringerike. Es bildet den Typus der westlichen Faciesentwickelung.

II. Das Gebiet auf Malmøen und den naheliegenden Inseln.

III. Das Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand. Es bildet mit dem vorigen zusammen den Typus der östlichen Entwickelung.

IV. Das Gebiet bei Skien und Porsgrund.

V. Das Gebiet in Asker und Bærum.

Die beiden letzten schliessen sich in einzelnen Zonen der östlichen, in anderen der westlichen Entwickelung an, zeigen jedoch auch besondere Eigentümlichkeiten.

VI. Das Gebiet auf Hadeland. Es schliesst sich in der Hauptsache der Entwickelung auf Ringerike an.

VII. Das Gebiet bei Mjøsen. Es bildet den Typus der nördlichen Faciesentwickelung.

Von diesen spielen die drei ersten in stratigraphischer Beziehung die wichtigste Rolle und werden deshalb auch in dem speziellen Teile am ausführlichsten behandelt.

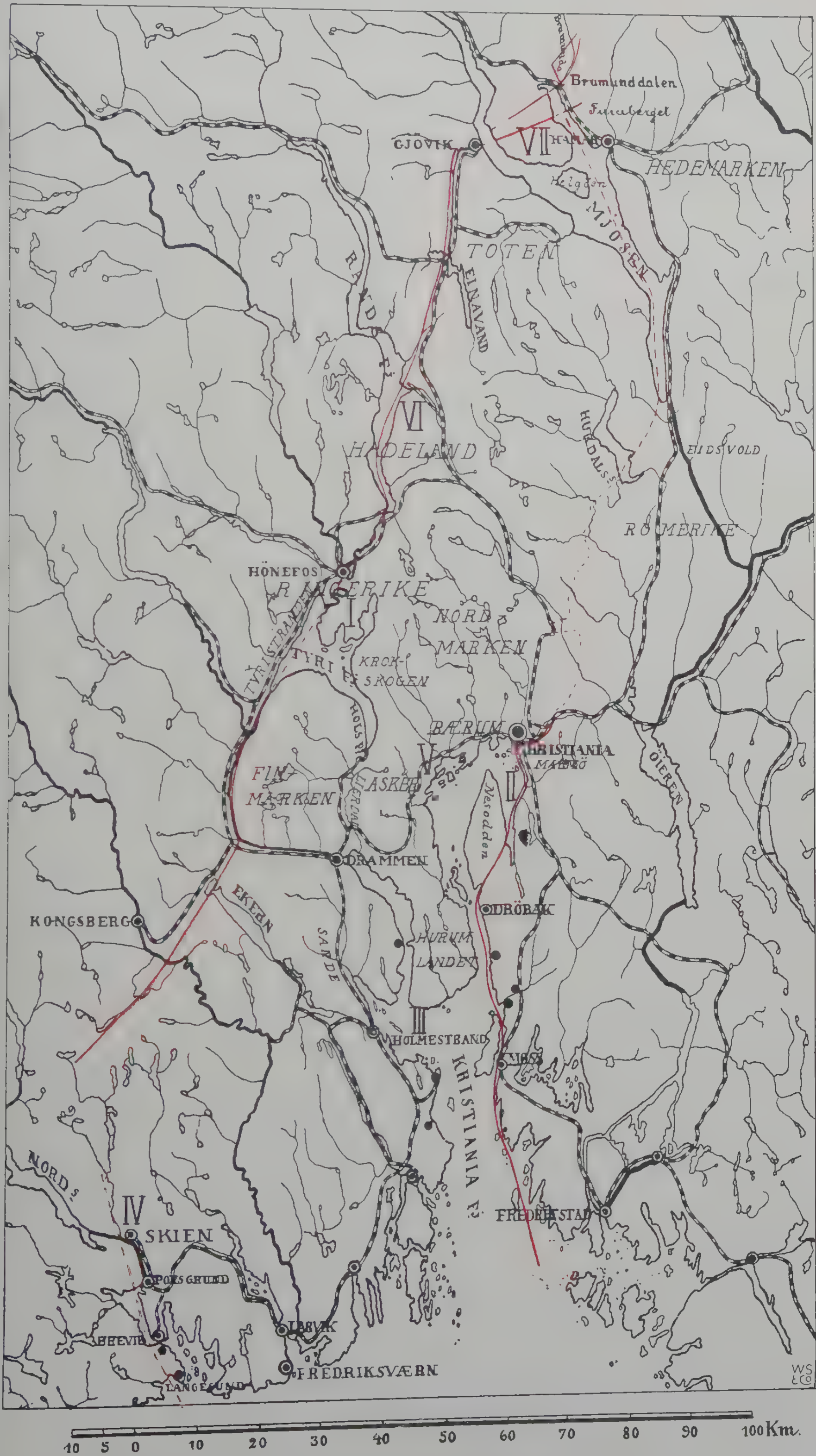


Fig. 1. Topographische Übersicht des Kristianiagebietes. Die Verwerfungslinien, die dasselbe umgrenzen, sind mit einer roten Linie angedeutet.

SPEZIELLER TEIL.

STRATIGRAPHISCHE BESCHREIBUNG

DER VERSCHIEDENEN

OBERSILURISCHEN GEBIETE.

I.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET

AUF

RINGERIKE.

Hierzu zwei geologische Karten und die Profiltafeln I—III.

RINGERIKE ist die fruchtbare Gegend bei Tyrifjord, dem grossen und tiefen Binnensee, der ca. 30 Km. WNW. von Kristiania liegt und durch den Drammenselv seinen Auslauf in den Drammensfjord hat. Vom Kristianiatale ist Ringerike durch Krokskogen, ein hochliegendes Porphyrplateau, geschieden.

Wie das Kristianiatal bildet Ringerike, das an der Westgrenze des Kristianiagebietes liegt, ein breites Einsenkungsfeld. Der südlichste Teil von diesem wird von dem bis 281 m. tiefen Tyrifjord eingenommen, nördlich von dem das fruchtbare Silurland sich ausbreitet. Mit seinen Landzungen, zahlreichen Inseln und reich bewaldeten Höhenzügen, im Osten von dem steilen, 400—500 m. hohen Absturz des Porphyrplateaus umrahmt, ist diese Gegend eine der schönsten im südöstlichen Norwegen.

Dieses Silurland setzt sich im Norden in die Silurgegend auf Hadeland fort, im Süden steht es mit dem Silur im Liertale und bei Drammen in Verbindung. Innerhalb der Silurgegend auf Ringerike bildet das Obersilur den östlichen Teil bei Steinsfjord, einem Fjordarm, der hier vom Tyrifjord weit gegen Norden hineindrängt, und einige Inseln weiter im Süden.

Diese obersilurische Gegend ist bisher sehr wenig untersucht vorden; es hat sich aber gezeigt, dass das Obersilur gerade hier im ganzen Kristianiagebiete am vollständigsten vorhanden und am besten aufgeschlossen ist, und ich habe deshalb diese Gegend als Ausgangspunkt für meine Untersuchungen gewählt.

Wie die folgende Darstellung zeigt, ist die Faciesentwickelung sehr verschieden von derjenigen im Kristianiatale; sie stimmt in der Hauptsache überein mit der Entwickelung im Skienstale. Jedoch ist diese im

obersten Teil der Schichtenfolge verschieden und fällt mit der östlichen Faciesentwickelung zusammen. Das Obersilur auf Ringerike ist deshalb das typische Beispiel derjenigen Faciesentwickelung, die den westlichen Teil des Kristianiafeldes auszeichnet.

Leider stand mir hier auf Ringerike keine gute topographische Karte zur Verfügung, die als Grundlage für eine genaue geologische Kartierung dienen konnte. Der Massstab der vorhandenen Karte (1 : 100,000) war zu klein, und die ursprünglichen Katasterblätter (1 : 50,000) waren sehr alt und wenig brauchbar. Ich habe sie deshalb nur als Grundlage für eine geologische Kartenskizze (1 : 25,000) gebraucht. Sie macht keinen Anspruch auf grössere Genauigkeit. Zum Ersatz habe ich zwei Detailkarten und eine Reihe Profile, die von Herrn Ing. O. Large genau aufgemessen sind.

Literaturverzeichnis.

1847. R. I. Murchison. — Anskuelser over Classificationen af de geologiske Lag i Overgangsformationen ved Christiania. — (Forhandl. ved de skandinav. Naturforskeres 4de Møde i Christiania den 11—18 Juli 1844. Pag. 287). Vortrag bei der 4ten Versamml. der skandinaw. Naturforscher in Christiania 1844.
Die erste Erwähnung des Obersilurs auf Ringerike mit Profil.

1855. Th. Kjerulf. — Das Christiania Silurbecken. (Universitätsprogramm für 1855, Pag. 50). Kurze Bemerkungen.

1857. Th. Kjerulf. — Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Christiania. Pag. 90. Kurze Bemerkungen mit Profil (Taf. III).

1862. Th. Kjerulf. — Beskrivelse over Jordbunden i Ringeriget. (Polytekn. Tidsskrift IX, 1. Christiania). — Populäre, aber wichtige Beschreibung der geologischen Verhältnisse und des Silurs.

1865. Th. Kjerulf. — Veiviser ved geologiske Excursioner i Christiania Omegn. (Universitetsprogram for 1865). — Aufzählung der Versteinerungen, von welchen einzelne aus Ringerike auch aufgezählt werden.

1879. Th. Kjerulf. — Udsigt over det sydlige Norges Geologi. Christiania. (Deutsche Ausgabe 1880). Kurze Bemerkungen, besonders Pag. 49.

Geologische Karten:

1855. Th. Kjerulf. — Geologische Uebersichtskarte des Christiania Silurbeckens (1 : 100,000) in seiner Arbeit „Das Christiania Silurbecken". Vorläufige Skizze.

1862. Th. Kjerulf. — Kart over jordbunden i Ringeriget (1 : 100,000) in seiner Arbeit „Beskrivelse over jordbunden i Ringeriget". — Die bisher am meisten detaillierte Karte, wichtig und interessant.

1876. Th. Kjerulf, J. Friis u. T. Lassen — Geologisk Rektangelkart 19 B. Hønefos (1 : 100,000). Herausgegeben von „Den geologiske Undersøgelse". — Die neueste geologische Karte.

Historische Übersicht.

Die 4te Versammlung der skandinavischen Naturforscher, die im Jahre 1844 zu Kristiania tagte, wurde von zwei hervorragenden ausländischen Geologen besucht: LEOPOLD V. BUCH und R. MURCHISON. Für das Studium des norwegischen Silurs ist, wie schon erwähnt, der Besuch des letzteren von grosser Bedeutung gewesen. Während seines Aufenthaltes machte er mit LEOPOLD V. BUCH und FORCHHAMMER eine Exkursion nach Malmö und später mit KEILHAU zusammen eine Reise nach Bærum, Krokkleven und Ringerike. Sein Vortrag in der Sektion der Mineralogie und Geologie gibt interessante Mitteilungen über seine Untersuchungen auf diesen Exkursionen. Besonders in dem schönen Profile von Krokkleven über Ringerike glaubte er sichere Äquivalente zu dem Old Red Sandstone, dem Ober- und Unter-Silur in England gefunden zu haben. Diese Beobachtungen interessierten ihn so stark, dass er noch einmal Ringerike besuchte. Keine der silurischen Gegenden in der Nähe von Kristiania schien ihm so übersichtlich und klar wie gerade diese und die Profile durch die obersilurischen Ablagerungen wurden hier besonders hervorgehoben. Durch diese Mitteilung von MURCHISON ist deshalb Ringerike eigentlich unsere klassische obersilurische Gegend geworden.

Es interessiert hier am meisten zu sehen, welche Schichtenfolge des Obersilurs MURCHISON für Ringerike angibt, und wie er diese mit dem englischen Obersilur parallelisiert.

Die altpaläozoischen Ablagerungen auf Ringerike zeigen nach MURCHISON die folgende Schichtenfolge, die auch in seinem Profil dargestellt ist:

9. Quarzkonglomerat, rote und graue Sandsteine und Schiefer.
8. Grauer Schiefer mit unreinen Kalkschichten bei Kroksund.
7. Kalkzone bei Overjordet mit *Spirifer*.
6. Schiefer.
5. Harte Schichten mit knolligen Massen, dünnen ebenen Kalkplatten, glimmerreichen Schiefern und Macigno. *Favosites Gothlandicus*, *Leptaena lata*, *Terebratula prisca* und *Cypricardia*.
4. Knolliger Kalk bei Gjesvold.
3. Roter Schiefer bei Gjesvold.
2. *Pentamerus*kalk bei Vik und Sten.
1. Untersilurische Schichten.

Murchison hat ganz sicher sein Profil von Krokkleven über Kroksund und den Feikarrücken geführt; der alte Weg geht hier an dem Hof Overjordet vorbei, steigt über den Passübergang „Geiteryggen" und setzt sich dann nach Gjesvold fort. Es fällt nicht schwierig, die verschiedenen Abteilungen von Murchison wiederzuerkennen.

Die Abteilung 8 ist die oberste Zone des Obersilurs, die ich als 9g bezeichne. Die Kalkzone bei Overjordet ist die Zone mit *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Chonetes striatella*, Dalm., die hier ganz gut am Wege entblösst ist und von Schiefer unterlagert wird (6). Murchisons Angabe, dass es dieselbe *Spirifer*-Form wie in den obersten Schichten auf Malmø sei, beruht natürlich auf einer Verwechselung. Die Abteilung 5 sind die Schichten, die in dem Passübergange „Geiteryggen" entblösst sind und dem oberen Wenlock angehören. 4 ist die *Stricklandinia lirata*-Zone, unterlagert von dem roten *Crotalocrinus*schiefer (3), Der *Pentamerus*kalk (2) ist endlich dieselbe Zone, die ich mit diesem Namen bezeichne.

Man sieht hieraus, dass Murchison die meisten Zonen in Ludlow übersprungen hat; sie sind nämlich hier überdeckt; sonst sind die grossen Züge der Schichtenfolge richtig.

Murchison gibt nun die folgenden Parallelisierungen: Der rote und graue Sandstein und Schiefer (9) wird als Old Red ausgesprochen. Die oberste Zone des Obersilurs wird speziell mit dem Ludlow bei Radnor verglichen. Die Kalkzone bei Overjordet (7) wird mit dem Aymestry Lmst. und der *Pentamerus*kalk (2) mit dem Woolhope Lmst. parallelisiert.

Diese Parallelisierung ist nach meinen Untersuchungen in den Einzelheiten nicht richtig; die Kenntnisse waren damals nicht so gross, dass die einzelnen Zonen richtig beurteilt werden konnten. Immerhin hat doch Murchison hier die Zugehörigkeit der beiden obersten Silurzonen zu Ludlow erkannt und auch sonst in den Hauptzügen das richtige getroffen. Hiermit hatte er denn auch den Hauptzweck seiner Reise nach Norwegen erreicht.

Auf dies Ringerike-Profil kommt Murchison in späteren Abhandlungen mehrmals zurück, ohne dass er natürlich neues hinzufügen kann.

11 Jahre später erschien die erste Arbeit von Theodor Kjerulf über das Silur in Norwegen (Das Christiania Silur-Becken 1855). Sowohl in dieser als in seinen übrigen, oben citierten Arbeiten gibt er kurze

Bemerkungen über das Silur auf Ringerike; aber nur eine beschäftigt sich speziell hiermit, nämlich „Beskrivelse over Jordbunden i Ringeriget“ (1862) nebst Karte. Sie ist eine ganz populäre Beschreibung der beigefügten Karte, die unbedingt wissenschaftlich das wichtigste ist. Während seine ursprüngliche Karte aus dem Jahre 1855 nur eine Skizze ist, mit nur einer Farbe für das ganze Obersilur, gibt diese aus dem Jahre 1862 eine genauere Einteilung des Obersilurs, als die spätere geologische Rektangelkarte, und ist übersichtlich und klar gedruckt. Sie leidet immerhin an bedeutenden Fehlern, die später teilweise berichtigt sind. Die geolog. Rektangelkarte zeigt leider beklagenswerte Druckfehler in der Farbenlegung.

Diese Karten und die aufgeführten Arbeiten, in denen Kjerulf seine Studien über das Obersilur auf Ringerike niedergelegt hat, umspannen 24 Jahre, und in dieser langen Zeit erfuhren natürlich seine Kenntnisse eine bedeutende Entwickelung. Interessant ist es zu vergleichen, wie er die Schichtenfolge des Obersilurs 1862 und 1879 darstellt.

Die Schichtenfolge im Jahre 1862 (Beskrivelse af jordbunden i Ringeriget, Pag. 6—8):

Etage 8. Mächtige Abteilung von rötlichen, grünlichen und grauen Ton- und Mergelschiefern, die 3—4 grössere Zonen von Kalkstein enthalten.

Etage 6-7. Der *Pentamerus*- und Korallen-Kalkstein mit rotem Schiefer in der Mitte.

Etage 5. Der Kalksandstein, bestehend aus Kalksandsteinen mit sandigen Schiefern.

Diese Etagen werden hier nicht faunistisch beschrieben, indem sie nur mit den entsprechenden Etagen im Kristianiatale verglichen werden. Dagegen erörtert Kjerulf ziemlich genau ihre Verbreitung und ihr Auftreten auf Ringerike. Hierin und in den vielen interessanten Bemerkungen über die allgemeinen geologischen Verhältnisse auf Ringerike liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit.

In seiner grossen Arbeit „Udsigt etc.“ (1879) gibt er dann folgende Schichtenfolge (Pag. 49):

Etage 8.	12. Mergelschiefer mit dünnen Schichten von *Rhynchonella*-kalk	ca. 50	Fuss
	11. Mergelschiefer mit *Ortokeras cochleatum*	„ 46	„
	10. Gemischter Schiefer und unreiner Kalk mit *Ortokeras cochleatum*	„ 56	„
	9. Roter Tonschiefer	„ 207	„
	8. Dickplattiger Tonschiefer	„ 295	„
	7. Roter und grüner Mergelschiefer mit *Syringopora, Deltyris trapezoidalis*. .	„ 34	„
	6. Tongemischter Kalk mit ganzen Schichten von *Spirigerina trapezoidales* . .	„ 43	„
	5. Mergelschiefer mit Kalkknollen	„ 8	„
	4. Unreiner Kalkstein mit *Ortokeras cochleatum, Pentamerus*	„ 18	„
	3. Knotiger Schiefer mit Korallen	„ 11	„
	2. Grüner Tonschiefer mit Kettenkorallen .	„ 41	„
	1. Roter Tonschiefer mit *Spirigerina* . .	„ 26	„
Etage 6-7.	Korallenkalk und *Pentamerus*kalk (bei Bordal)	„ 130	„
Etage 5β.	Kalksandstein mit *Rhynchonella diodonta* (bei Jomfruland)	„ 170	„
	Gesamtmächtigkeit des Obersilurs	1135	Fuss (356 m.).

Während also die Etagen 5—7 nicht genauer als früher ausgearbeitet sind, sieht man, dass Kjerulf nun versucht hat, die grosse Etage 8 genau aufzugehen. Es scheint mir sicher, dass er diesen Versuch den neuen Weg entlang, zwischen Kroksund und Vik (Feikaraas), gemacht hat. Kjerulf scheint keine Kenntnis von den grossen Verwerfungen hier gehabt zu haben; die Folge ist, dass der ganze Wenlockkalk und das unterste Ludlow (zwischen No. 8 und 9) ausgelassen sind. Auch die oberen 4 Abteilungen sind etwas fraglich. Die unteren, No. 1—8, sind dagegen vollständig richtig; sie entsprechen dem oberen Teile des Oberen Llandovery und dem unteren Wenlock.

Dies ist das letzte, was wir von Kjerulf über das Obersilur auf Ringerike besitzen. Dass er für seine Zeit eingehende Studien über das Silur auf Ringerike gemacht hat, davon zeugen besonders seine Karten, seine populäre Erdbodenbeschreibung (1862) und die mitgeteilte Schichtenfolge vom Jahre 1879. Seine Untersuchungen waren jedoch nicht eingehend genug, weder in stratigraphischer noch in faunistischer Beziehung, um die wahre Schichtenfolge zu bestimmen. Das zeigen auch die wenigen

Versteinerungen, die er in seinem „Veiviser" (1865) von Ringerike aufzählen kann.

Kjerulf nennt in seinem „Veiviser" (1865) folgende Versteinerungen aus dem Obersilur auf Ringerike:

Etage 6—7 (= Oberes Llandovery):

Clisiophyllum Hisingeri, Edw. & H.
Cystiphyllum siluriense, Lonsd.
Syringopora bifurcata, Edw. & H.
Pentamerus oblongus, Sow.
Rhynchonella nucula, Sow.

Etage 8 α, β, γ (= Wenlock und Ludlow):

Cyathophyllum an Shumardi, Edw. & H., var. *giganteum*.
Diplophyllum Naesianum, Kjerulf (Næs).
Favosites cristata, Edw. & H.
—»— var. *minor*.
Favosites fibrosa, Edw. & H. (8 β).
Crinoidenstiele (Sønsterud).
Spirifera elevata, Dalm., var. *major*.
Spirifera exporrecta, Wahl (Sønsterud).
Spirigerina reticularis, Lin. (Næs).
Rhynchonella sphaerica, Sow. (8 γ, Næs).
Rynchonella nucula, Sow. (Næs).
Rhynchonella borealis, Schlot. (Næs, Krogsund).
Rhynchonella cuneata, Dalm. (8 β).
Cryptonymus caudatus, Ang. (8 γ).

Wie man sieht, ein sehr bescheidenes Verzeichnis.

Kjerulfs Versuch ist somit an ungenügenden faunistischen Studien in dieser Gegend und seiner Unbekanntschaft mit den Verwerfungen gescheitert. Das reiche und vollständige Obersilur auf Ringerike war noch nach den Arbeiten von Kjerulf so wenig erforscht, dass gerade hier meine Studien die wichtigsten neuen Resultate ergeben haben. Ich erwähne in dieser Verbindung, dass die musterhaften Einsammlungen, die Herr Bergmeister Th. Münster seiner Zeit für die Geologische Landesuntersuchung vorgenommen hat, und die er mir gütigst zur Benutzung überlassen hat, von grossem Interesse für mich gewesen sind.

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Ringerike bildet in derselben Weise wie das Kristianiatal ein breites Einsenkungsfeld. Einen ausgezeichneten Überblick hat man von dem bekannten Aussichtspunkt „Kongens Udsigt“ bei Krokkleven.

Im Hintergrunde sieht man von hier das Urgebirge als lange Gebirgslinien; es fängt auf der Westseite des Tyrifjords, bei Tyristranden, an und setzt sich in nordöstlicher Richtung fort. Es begrenzt somit im NW. unsere Gegend.

In der Mitte liegt das fruchtbare Ringerike, aufgebaut aus kambrisch-silurischen Schichten; vom Süden drängt der Tyrifjord mit tiefen Buchten in das Land hinein. Im Osten wird diese niedrige Silurgegend von dem 350—400 m. hohen, schroffen Abhang des grossen Porphyrplateaus zwischen Ringerike und dem Kristianiatale abgegrenzt. Dieses Profil ist schon längst bekannt; die untere, seichtere Böschung, gebildet aus dem devonischen Sandstein, der mit einem Quarzkonglomerat abschliesst, steigt ca. 300 m. hinauf. Hierüber hebt sich eine Steilwand aus Augitporphyrit und Rhombenporphyr.

Im nördlichen Teile von Ringerike sind die Verhältnisse anders; hier bildet das Silur die steile, östliche Talseite und wird oberst von Syenit abgeschnitten.

Die in dieser Weise begrenzte grosse Versenkung von Ringerike streicht ungefähr in SSW.—NNO.-licher Richtung und hat im südlichen Teile, wo sich das Obersilur befindet, eine Breite von ca. 11 Km. Die besprochene NW.-liche Begrenzung — Tyristranden und dessen NO.-liche Fortsetzung — läuft fast in gerader Linie. Die SO.-liche Begrenzung, aus dem Abhang des Porphyrplateaus gebildet, hat einen unregelmässigeren Verlauf, der wahrscheinlich in Veränderungen des Streichens der Schichten begründet ist.

Der Silurboden auf Ringerike, dessen südlicher Teil vom Tyrifjord bedeckt ist, kann in mehrere Zonen geteilt werden, auf die Kjerulf zuerst aufmerksam gemacht hat.

Im Westen drängt ein offener, gerader Arm des Tyrifjords bis nach Ask hinein, in welchem der Storelv hinausfliesst. In gerader SW.-licher Richtung von hier sendet der Tyrifjord eine Bucht nach Vikersund hinunter, wo der Drammenselv hinausströmt. Durch diesen westlichen Teil des Tyrifjords strömen also die grossen Wassermengen von Randsfjord, Aadalen und Soknedalen dem Meere zu. Dieser gerade NW.-liche Teil vom Tyrifjord setzt sich in NO.-licher Richtung nach Hønefos und weiter nach Randsfjord in einer flachen, talähnlichen Senkung fort. Sie ist von mächtigen



Fig. 2. Aussicht von „Kongens udsigt“ bei Krokkleven. Der Aussichtspunkt liegt bei dem steilen Absturz des Porphyrplateaues, ca. 380 m. über dem Tyrifjord. a. Der Biliaas und Steinsaas mit dem Llandovery-Escarpment. b. Der Feikaraas mit dem Wenlock-Escarpment. Rechts sieht man den Steinsfjord und den steilen Loreaas, in der Mitte Kroksund und links die verschiedenen Buchten des Tyrifjords.

Nach einer Photographie von A. Lindahl.

losen Ablagerungen zum grossen Teile ausgefüllt, durch welche der Fluss sich durchgearbeitet hat. Die Grenze zwischen Urgebirge und Kambrium-Silur muss hier gehen. Dieser NW.-liche Teil, wo keine Silurschichten entblösst sind, kann die Storelvzone genannt werden.

Diese Zone wird im N.-lichen Teile gegen Osten von dem welligen Plateauland über Haug Kirche bis nach Jævnaker begrenzt. Dieses hat eine mittlere Höhe von 200—300 m. und besteht aus stark gefalteten kambrischen und untersilurischen Schichten. Gegen SW. senkt es sich bis 114 m. bei Norderhov Kirche und verliert sich dann vollständig in der breiten, bewaldeten Senkung zwischen den Kirchen in Hole und Norderhoug, um sich dann wieder in dem hohen Bønsnæslande zu erheben. Diese lange, hochliegende, mittlere Zone von Ringerike nenne ich den untersilurischen Höhenzug.

Durch diesen wird nun Ringerike in zwei sehr verschiedene Abschnitte oder Zonen geteilt. Im WNW. liegt die schon besprochene niedrige Storelvzone, im OSO. die obersilurische Gegend bei Steinsfjord. Sie bildet eine zweite Versenkung mit niedrigen Höhenrücken, die nicht viel über 125[1] m. hinaufsteigen und in deren tiefsten, östlichen Teil der lange, malerische Steinsfjord hineinläuft. Östlich von diesem steigt der Abhang des Porphyrplateaus direkt in die Höhe. Diese obersilurische Gegend setzt sich in die breite Landzunge zwischen Steinsfjord und Sælabonn fort und taucht weiter im S. in mehreren schönen Inseln wieder auf. Die Bucht Sælabonn scheidet hier im südlichen Teile zwischen der obersilurischen Gegend und dem hohen Bønsnæslande; weiter im NO. setzt sie sich in einer ganz niedrigen Tonebene — Steinssletten — fort. Diese und das weiter im NO. liegende Vakertal bildet hier überall die Grenze zwischen Unter- und Obersilur.

Die in dieser Weise begrenzte obersilurische Gegend auf Ringerike kann in zwei Gebiete geteilt werden: im Süden ein Gebiet mit gefalteten, im Norden eins mit scheinbar ungefalteten Schichten. Eine ganz scharfe Grenze zwischen diesen kann jedoch nicht gezogen werden.

Das gefaltete Gebiet im Süden.

Es umfasst die südlichen Inseln und die breite Landzunge zwischen Sælabonn und Steinsfjord und wird von einer Reihe grosser Falten, deren Achsenlinien mit wenigen Ausnahmen S. 55—60° W. — N. 55—60° O. streichen und flach gegen ONO. einfallen, durchsetzt. Besonders das

[1] Tyrifjord liegt 63 m.

letzte Verhalten muss hervorgehoben werden und tritt auch auf meiner Karte gut hervor. Das etwas verschiedene Streichen in diesem Gebiete kann gewöhnlich hierauf zurückgeführt werden.

Das Profil von Utø[1] in S. nach Rolighed im inneren Teile von Sælabonn (Profiltafel I 2) durchschneidet die ganze Gegend und zeigt die Art der Faltung. Man sieht, wie diese nach Süden intenser wird, und dass in dieser Richtung immer jüngere Schichten zum Vorschein kommen. Südlichst liegt hier Utø mit stark gefalteten Schichten, die dem mittleren Teile des Ludlows angehören. Dann folgt die lange, schmale, aus zwei Teilen bestehende Geitø mit der ganz kleinen Skurvø. Zusammen bilden diese eine Mulde und einen Sattel aus dem untersten Ludlow und dem oberen Wenlock. Sehr schöne Profile finden sich hier. Endlich kommt die grosse, schöne Storø, die Perle unter den vielen schönen

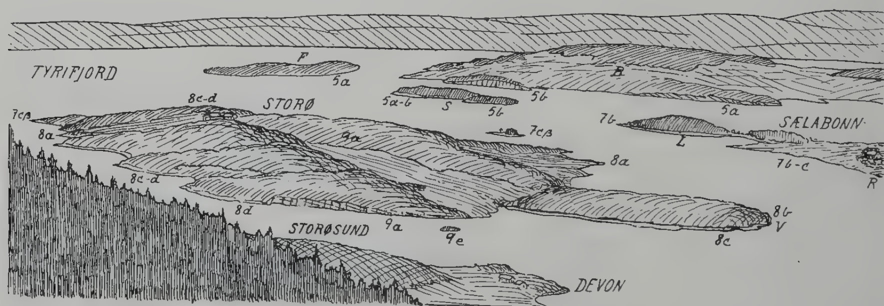


Fig. 3. Storø von „Kongens Udsigt" bei Krokkleven gesehen.

B Bønsnæs. *F* Frognø. *L* Limaastangen. *R* Rytteraker. *S* Svartøerne. *V* Vintergututangen.

Inseln im Tyrifjord. Die Schichtenfolge auf dieser Insel geht von dem untersten Ludlow zu dem obersten Teil des Oberen Llandovery hinunter und liegt in einem grossen Sattel und einer grossen Mulde gefaltet, die die ganze Insel durchlaufen. Die Westseite, wodurch das Profil geht, zeigt keine Ludlowschichten. Besonders diese Westseite wie auch die Süd- und Ostseite geben ausgezeichnete Aufschlüsse, die eine grosse Menge von schönen Versteinerungen geliefert haben. Der innere Teil dieser sehr schön bewaldeten und reich angebauten Insel ist ziemlich stark überdeckt. Die Mulde verläuft hier als ein Längental vom Hofe bis zu der Landungsstelle bei Storøsund im Osten. Der NNW.-liche Flügel dieser Mulde zeigt einen ganz schönen Escarpment gegen den Øier-Sund zu.

Sehr deutlich sind besonders die beiden letztgenannten Inseln von einer Reihe ungefähr N.—S. laufender Verwerfungen durchschnitten,

[1] Ø = Insel; Aas = Bergrücken.

wodurch die westlichen Stücke gesunken sind. Dieselbe Richtung zeigen hier mehrere Gänge.

Durch eine solche Verwerfung ist auch die kleine Purkø von der Westseite der Storø getrennt. Sie gibt ein sehr instruktives Profil durch das oberste Llandovery und das unterste Wenlock.

Wir wenden uns jetzt zu der grossen obersilurischen Halbinsel zwischen Sælabonn und Steinsfjord.

Auf dieser unregelmässigen Halbinsel treten 3 getrennte Erhöhungen deutlich hervor:

Im SW. die niedrige Erhöhung bei Rytteraker, die eine besondere Halbinsel bildet.

Im N. der breite Höhenzug, der sich von Borgen über Bilid nach Stein erstreckt und aus zwei besonderen Rücken, dem Bilidaas und dem Steinsaas, besteht.

Im SO. der komplizierte hohe Bergrücken zwischen Feikar und Kroksund, der Feikaraas.

Zwischen diesen 3 Erhöhungen liegt eine ganz niedrige Tonebene, Lokensletten, in welche der Fjord zwischen allen 3 Erhöhungen mit seichten Buchten hineinschneidet.

Das Profil von Utø über Storø nach Rolighed schneidet die Halbinsel bei Rytteraker und den westlichsten Teil des Bilidaas. Ich verweise hier auch auf das Profil von Rolighed nach Krokkleven (Prof. I 1); es schneidet von WNW. nach OSO. den Bilidaas bei Borgen und Rolighed, geht über die breite Løken-Ebene und schneidet dann den hohen Feikaraas. Dies ist das bekannte Profil, das schon MURCHISON im Jahre 1844 (1847) gegeben hat in seiner grundlegenden Mitteilung über das Silur in Norwegen. Später hat KJERULF dasselbe Profil in seiner schönen Arbeit, „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens", publiciert[1].

Beide haben nicht Rücksicht auf die Verwerfungen genommen, welche natürlich erst die genaue Untersuchung der Gegend ermitteln konnte.

Die Halbinsel bei Rytteraker bildet einen niedrigen Sattel aus dem unteren Teile des Oberen Llandovery. Über dem *Pentamerus*kalk findet sich hier gut aufgeschlossen den Ufern entlang, der Korallenkalk, der rote Schiefer und der untere Teil der *Stricklandinia lirata*-Zone. Gegen Osten verliert sich der Sattel in die Løken-Ebene. Im SW. springt eine fast inselförmige Landzunge hervor, Limaastangen. Sie ist eine Wiederholung der Schichten bei Rytteraker, jedoch fehlen hier die beiden

[1] Pl. III.

obersten Glieder; dagegen findet man unter dem *Pentamerus*kalk noch den oberen Teil des Unteren Llandovery das Westufer entlang sehr gut aufgeschlossen. Zwischen Limaastangen und Rytteraker geht somit eine ungefähr N.—S. Verwerfung; die westliche Partie ist gesunken. Die Hauptverwerfung schneidet aber nicht die niedrige Landenge, sondern läuft gleich östlich von der alten Ziegelei. Eine ähnliche N.—S.-liche Verwerfung schneidet auch den westlichsten Teil von Limaastangen. Besonders schön ist hier in diesem Sattel Limaastangen—Rytteraker das ONO. Einfallen der Achsenlinie zu sehen. Im NW. geht der Sattel in eine Mulde über, die mit Ton ausgefüllt ist und den SW.-lichen Teil der Løken-Ebene bildet. Sie läuft in die seichte Bucht bei der Ziegelei aus und trennt die Halbinsel bei Rytteraker vom Bilidaas. Topographisch würde man vielleicht die Partie SW. von Borgen auch der südlichen Halbinsel zurechnen. Tektonisch gehört sie aber zu dem SW.-lichen Flügel des grossen Sattels von Bilid, also dem Bilidaas. Im Süden wird die Halbinsel bei Rytteraker durch den breiten Øiersund von Storø geschieden. Dieser Sund ist sehr seicht und ist nicht durch Verwerfungen angelegt; er ist lediglich eine Erosionsbildung in den weichen Schichten des Oberen Llandovery und unteren Wenlocks und ist geologisch eigentlich eine direkte Fortsetzung der niedrigen Løken-Ebene.

Der breite Höhenzug von Borgen über Bilid nach Stein hebt sich beinahe 70 m. über den Tyrifjord und hat seine grösste Breite im SW. Der SO.-liche Teil bildet einen breiten Sattel, den eigentlichen Bilidaas; nördlich von diesem folgt eine Mulde, als ein seichtes Tal ausgegraben, deren NW. Flügel wieder den langen schmalen Steinsaas bildet. Beide Rücken bestehen aus Schichten des Unteren und Oberen Llandovery. Die Oberfläche wird grösstenteils vom *Pentamerus*kalke gebildet. Die Faltung ist am stärksten im SW., wo der Rücken von Sælabonn schroff abgeschnitten wird. Hier sind dadurch schöne Profile entstanden, in denen das Untere Llandovery zum Vorschein kommt. Ich hebe hervor die Profile bei Rolighed und der kleinen Bucht, die nach Sandviken und Borgen hineinläuft. Sie sind schon von Murchison und Kjerulf erwähnt. Gegen ONO. verliert sich die Faltung allmählich, und der Rücken senkt sich hier mit schwachem Abfall in den Steinsfjord hinunter, bei welchem die Schichtflächen des *Pentamerus*kalkes prachtvoll entblösst sind, indem sie langsam ins Wasser tauchen. Auch gegen SO. senkt sich der Rücken langsam, und zwar hier in die Løken-Ebene hinab. Die Böschung folgt auch hier meistens dem Einfallen der Schichtflächen.

Ganz anders ist die Begrenzung im Norden. Hier stürzt sich der nördliche Flügel der Mulde mit steilem Absturz in die weite Steinsebene hinab; der Rücken wird hier durch einen deutlichen Escarpment abgeschlossen. In diesem ist unten der obere Teil des Unteren Llandovery entblösst, während der oberste Teil der Steilwand vom *Pentamerus*kalke gebildet ist. Hier finden sich prachtvolle Profile, die leider gewöhnlich wegen der Steilheit des Absturzes nicht vollständig zugänglich sind. Nur die später zu besprechenden Passübergänge bieten Gelegenheit zum Studium der Schichtenfolge.

Dieser nördliche Muldenflügel mit dem Escarpment hebt sich als ein besonderer Rücken empor, der Steinsaas, indem wie schon gesagt, die SO.-liche Mulde talähnlich ausgegraben ist. Hier finden sich noch Reste des roten Schiefers über dem *Pentamerus*kalk (bei Jomfruland).

Querverwerfungen spielen auch hier eine sehr hervorragende Rolle. Der ganze Bilidaas ist von einer ganzen Reihe solcher durchschnitten, die im westlichen Teile ungefähr N.—S., im östlichen dagegen mehr NNW.—SSO. streichen. Besonders deutlich treten diese Verwerfungen im nördlichen Escarpment des Steinsaas auf, wie auf meiner Karte angedeutet ist. Sie treten auch landschaftlich sehr scharf hervor, indem in den Verwerfungslinien kleine Pässe hinüberführen.

Eine centrale Linie ist die Verwerfungslinie über Jomfruland, die auch auf der Karte sehr deutlich hervortritt; sie schneidet mit grosser Schärfe den ganzen Bilidaas durch und kann weiter südlich auch bei Borgen nachgewiesen werden. Das westliche Stück ist gesunken und zwar im Jomfrulandspasse ca. 15 m. Betrachtet man die Verwerfungen, die ich durch den Steinsaas gezeichnet habe, sieht man, dass von Sælabonn ab die Stücke gegen O. regelmässig eingesunken sind bis an diese Linie; hier bei Jomfruland kommt plötzlich ein Stück, das höher liegt (ein Horst) und dann folgt wieder eine neue regelmässige Einsenkung gegen O. Die Sprunghöhen dieser Verwerfungen sind gewöhnlich nicht gross, 3—5—10 m., da sie aber zahlreich sind — nur die am meisten auffälligen sind untersucht —, wird der Gesamtbetrag nicht so gering.

Der Feikaraas bildet im SO. eine fast rundliche Halbinsel, die in der Erhöhung oberhalb Feikar und Gjæsvold ungefähr dieselbe Höhe wie der Bilidaas erlangt. Er sperrt den Steinsfjord bis auf einen ganz engen Sund im SO. ab, den bekannten Kroksund, worüber die Brücke nach Sundvolden führt. Die neue Chaussee, die das NO.-liche Ufer entlang geht, ist teilweise ausgesprengt und gibt ausgezeichnete Profile.

Der alte Weg geht quer durch einen Pass, den sogenannten „Geiteryggen“. Auch bei diesem alten Wege sind gute Profile.

Der Feikaraas ist im W. von der Løken-Ebene begrenzt. Erst erhebt sich, wie das Profil zeigt, eine niedrige Terrasse, auf welcher die Höfe Feikar und Gjesvold liegen; sie wird aus den Schichten des obersten Llandovery und untersten Wenlocks gebildet und ist wahrscheinlich durch eine SSW.—NNO.-liche Verwerfung durchschnitten. Dann hebt sich ein steiler Escarpment, der im N. aus dem oberen Wenlock und unteren Ludlow besteht, im S. dagegen nur aus dem oberen Ludlow gebildet und hier weniger ausgeprägt ist. Der Rücken, der diesen Escarpment bildet, hat einen stark gebogenen Verlauf, und ist, wie wir sehen werden, von Verwerfungen stark aufgeschnitten; er senkt sich im SO. in ein ganz niedriges Tal. Im SO. von diesem hebt sich ein neuer, niedriger Längsrücken, der Kroksund begrenzt; er wird wieder aus dem oberen Ludlow gebildet, das hier aber auch von den untersten Schichten

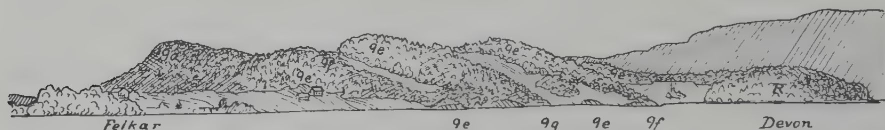


Fig. 4. Der Feikaraas von der NO.-Spitze der Storø gesehen.

R Rudstangen. Man sieht, wie die Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm., mehrmals wiederholt ist.

des Devons konkordant überlagert wird. Bei der Chaussee hat man das schöne Profil vom oberen Ludlow bis zum unteren Devon.

Diese Verdoppelung des Feikaraas ist, wie die Karte und das Profil zeigen, durch NNO.—SSW.-liche Längsverwerfungen gebildet, die das besprochene Tal zwischen den beiden Rücken und den SO.-lichen, breiten Teil des Hauptrückens durchschneiden. Hierdurch wird z. B. die Kalkzone mit *Chonetes striatella* (Etage 9 e) 4 Mal wiederholt, indem überall die westlichen Stücke eingesunken sind (Fig. 4).

Weiter im Westen wird der Hauptrücken von einer neuen, grossen Verwerfung durchschnitten, die einen ähnlichen Verlauf hat, wodurch aber das östliche Stück sehr stark eingesunken ist. Diese Verwerfung streicht nach dem Storøsunde zu, wo eine ähnliche Einsenkung nachgewiesen werden kann; den Feikaraas schneidet sie westlich von Feikar und biegt wahrscheinlich später, wie auch die anderen Verwerfungen, in eine NO.-liche Richtung ein. Sie scheinen nämlich in die breite Senkung bei Ødegaarden einzulaufen, um sich dann in den Steinsfjord fortzusetzen. Im NW. von dieser Senkung sieht man an der Chaussee Faltungen im

Wenlockschiefer, wahrscheinlich nur lokale Erscheinungen. Der Feikaraas bildet somit eine Art Grabenversenkung.

Diese grossen Längsverwerfungen, die vom Feikaraas SSW.-lich nach dem Storøsund streichen, sind wahrscheinlich die Ursache der grossen Unterbrechung im Wenlockescarpment zwischen Storø und Feikaraas.

Gleichzeitig ist der Rücken auch von den gewöhnlichen NNW.—SSO.-lichen Verwerfungen durchschnitten. Besonders deutlich treten diese in dem hohen NW.-lichen Teile auf, der einen schönen Escarpment gegen NW. bildet. Der alte Passübergang „Geiteryggen“ ist durch eine solche Verwerfung gebildet. Sie lassen sich auch in dem zweiten Rücken bei Kroksund nachweisen.

Im NO. vom Feikaraas liegt die kleine Bragsø mit grossartigen Profilen durch das obere Wenlock und unterste Ludlow. Sie bildet eine deutliche Fortsetzung des Wenlockkalk-Escarpments, der vom Festlande durch eine NNW.—SSO.-liche Verwerfung abgeschnitten und eingesunken ist. Bragsø ist selbst durch ähnliche, kleinere Verwerfungen geteilt.

Feikaraas und Bragsø gehören eigentlich eher zu dem nördlichen ungefalteten Gebiet, indem die nachgewiesenen Faltungen wahrscheinlich nur von lokaler Bedeutung sind. Der devonische Sandstein auf den kleinen Inseln im südlichen Teile des Steinsfjords und bei Sundvolden zeigt ja auch überall ein SO.-liches Einfallen ohne Faltung. Diese Teile von Ringerike lassen sich jedoch praktisch hier besprechen.

Nach der vorgehenden Schilderung werden die obersten Schichten des Obersilurs auf der NW.-Seite von Steinsfjord von den devonischen Sandsteinen und Schiefern konkordant überlagert. Ganz anders ist die Grenze zwischen Obersilur und Devon weiter nach Süden. Hier liegen, wie gesagt, eine Reihe Inseln — Utø, Geitø, Storø — mit stark gefalteten Schichten in geringem Abstand vom Festlande, das überall von devonischen Schichten aufgebaut ist; diese bilden eine grosse, flache Mulde und zeigen somit eine ganz andere Schichtenstellung. Eine nähere Betrachtung lehrt uns nun, dass diese Inseln durch grosse Verwerfungen vom Festland getrennt sind. Besonders deutlich tritt dies im Storøsunde zwischen Elstangen und Storø hervor.

Südlich von der Landungsstelle auf Storø findet sich eine Steilwand von unterem Ludlow, der Zone mit *Atrypina Angelini,* Ldm. Dies sind die jüngsten Schichten auf Storø und liegen in einem ganz schwachen Sattel; nördlichst fallen sie 10° gegen NNO. ein. Kaum 125 m. vom Ufer liegt ein Inselchen aus Schichten der Zone 9 e, knolligen Kalken mit *Chonetes striatella,* Dalm., bestehend. Das Einfallen ist hier

20—25° gegen S. Der Abstand von hier bis Elstangen auf dem Festlande ist ca. 225 m. Hier findet man den roten Sandstein, der 15° gegen SW. einfällt.

Die Profile durch Ludlow weiter im N. zeigen, dass diese Etage über 250 m. mächtig ist. Storøsund ist deshalb viel zu eng, um für die ganze Schichtenfolge zwischen den Schichten auf Storø und Elstangen Platz zu geben. Wie auch die Verschiedenheit des Einfallens andeutet, muss man hier im Storøsunde grosse Verwerfungen mit NNO.—SSW.-licher Richtung annehmen, wodurch die östlichen Stücke stark eingesunken sind.

Ähnlich verhält sich auch das noch südlicher liegende obersilurische Feld bei Næs und Sønsterud auf der NO.-lichen Seite von Holsfjord, das mehrmals von Kjerulf erwähnt worden ist[1].

Das Obersilur, aus den gefalteten Schichten des obersten Llandovery bis zum Ludlow bestehend, bildet hier ein teilweise angebautes, teilweise schön bewaldetes Vorland, das im NO. direkt von den steilen Wänden des Porphyrs abgegrenzt wird. Im SO. senkt es sich bei den imposanten Porphyrwänden bei Homledal in den Holsfjord hinab, im NW. geht es ohne scharfe Grenze in die sanfter aufsteigende Uferpartie unterhalb Tømmeraas über. Hier wird das Obersilur von dem roten Sandstein konkordant überlagert.

Kjerulf nahm keine Verwerfungen zwischen dem Obersilur und den dahinterliegenden Porphyrwänden an; er glaubte vielmehr zu sehen, dass die abrasierten Schichtenköpfe des Obersilurs und des roten Sandsteins hier von dem oberen Quarzkonglomerat und den mächtigen Porphyrlagern diskordant überlagert seien. Diese Annahme führte Kjerulf zu eigentümlichen Konsequenzen. Diese seine Erklärung von den Verhältnissen bei Næs und verschiedenen Stellen in Asker und Bærum, die ähnlich sind, zwang ihn, zwei verschiedene Sandsteinformationen anzunehmen[2]: eine ältere, nämlich den gewöhnlichen roten Sandstein, der das Obersilur auf vielen Stellen konkordant überlagert, und eine jüngere, deren Konglomeratplatte mit roten Schiefern, Sandsteinen, Kalksandsteinen und Quarzkonglomeraten die erstere diskordant überlagern sollte. W. C. Brøgger[3] hat später nachgewiesen, dass die Verhältnisse ganz anders zu erklären sind; er hat gezeigt, dass

[1] Das Christiania Silurbecken, 1855, Pag. 66 (Profil). Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, 1857, Pag. 90. Jordbunden i Ringerike, 1862, Pag. 8 und Profil Pag. 10. Veiviser, 1865, Neues Profil Pag. 36.

[2] Kjerulf, Dislokationerne i Kristianiadalen. II. Nyt Mag. f. Nat. Bd. 28. 1884. Pag. 171–174.

[3] Zeitschr. f. Kryst. u. Min. Bd. 16, 1890, Pag. 93–100.

mächtige Verwerfungen zwischen dem Silur und den dahinterliegenden steilen Wänden verlaufen, wodurch das Porphyrplateau stark eingesunken ist.

Man kann in dieser Gegend zwei Systeme von grossen Verwerfungen unterscheiden. Das eine hat einen ungefähr SO.–NW.-lichen Verlauf und trennt das Silur von den NO.-liegenden steilen Porphyrfelsen. Das andre läuft ungefähr N.—S. und schneidet das ganze Feld in mehrere Stücke auf; hierbei sind die östlichen Stücke eingesunken.

Am weitesten in SO. findet sich auf der östlichen Seite der Bucht bei Sønsterud ein ganz schmaler Streifen Obersilur, der aus den obersten Zonen des Ludlow besteht; er wird im NO. direkt von der Steilwand des Rhombenporphyrs begrenzt und wird von den Bauern „Draasan" genannt. Die Sprunghöhe der Verwerfung, die hier zwischen Silur und Porphyr verläuft, muss also die Mächtigkeit des roten Sandsteins und des Augitporphyrit übersteigen.

Zwischen diesem Stück und der Halbinsel bei Sønsterud geht eine N.—S. gehende Verwerfung, die in die Bucht bei Sønsterud hinausstreicht.

Es folgt nun die Halbinsel bei Sønsterud bis an den Bach, der bei Østre Næs hinunterströmt; hier schneidet eine neue N.—S. gehende Verwerfung hinab. Diese Halbinsel besteht aus einer Schichtenreihe von oberstem Llandovery (*Stricklandinia lirata*-Zone bei Oreløkken) bis oberem Ludlow, die in weiten Falten zusammengepresst ist. Die Küstenlinie gibt schöne Profile. Im NO. ist diese Partie durch eine ca. N. 30° W.—S. 30° O. laufende Verwerfung gegen den Porphyr abgegrenzt. Südlich ist der Augitporphyrit, nördlich auch das Quarzkonglomerat entblösst; die Einsenkung ist somit stärker im SO., aber im Ganzen weniger stark als weiter im SO.

Westlich von diesem Stück „Sønsterud" liegt eine neue Halbinsel, auf der sich die Höfe Næs befinden; die Schichtenfolge besteht hier aus Wenlock und Ludlow; sie ist gefaltet, durchsetzt von Längsverwerfungen und geht bei Vestre Næs ohne Unterbrechung in devonische Schichten über. NO.-lich von diesem aus Obersilur und Devon bestehenden Stück geht eine NW.—SO.-liche Verwerfung, wodurch das NO.-liche Stück mit den Porphyrfelsen gesunken ist, jedoch hier schwächer als bei Sønsterud. Die NW.-liche Fortsetzung dieser Verwerfung ist mehr unsicher.

Das obersilurische Feld bei Næs besteht somit in der Hauptsache aus 3 verschiedenen Stücken (Draasan, Sønsterud, Næs) von gefalteten Schichten; sie liegen direkt bei den grossen Verwerfungen, die hier den

Holsfjord entlang laufen, und durch welche die Stücke des Porphyrplateaus treppenförmig in die Tiefe gesunken sind.

Obwohl somit das gefaltete Silur hier durch Verwerfungen von dem Porphyrplateau getrennt ist, kann dennoch angenommen werden, dass die Silurschichten, die sich unter der Porphyrplatte befinden, eine ähnliche Faltung besitzen; der Sandstein braucht ja deswegen nicht an der Faltung teilgenommen zu haben; er kann plattenförmig verschoben sein.

Das ungefaltete Gebiet im Norden.

Das nördliche, scheinbar ungefaltete Gebiet vom Obersilur beginnt auf dem Festlande bei Stein und Loretangen bei dem nordwestlichen Ufer des Steinfjords und setzt sich von hier in NNO.-licher Richtung 7—8 Km. fort. Diese 1.5—1.75 Km. breite Zone hebt sich im NNO.-lichsten Teile bis zu einer Höhe von ca. 300 m. über dem Steinsfjord und wird zuletzt von einer Syenitmasse in dem Berge Rognesten abgeschnitten. Im W. und NW. wird diese obersilurische Zone von der Steinsebene und dem Vakertale, im S. und SO. von dem Steinsfjord und dem devonischen Gebiet NO.-lich von diesem begrenzt. Hierzu sind auch die nördlichen Inseln im Steinsfjord zu rechnen: die grosse Hærø und die ganz kleinen Maurø, Tyveholmen und Smaaøerne. Die südlichen Inseln gehören mit Ausnahme von Bragsø, die ich schon besprochen habe, wie das östliche Ufer dem roten Sandstein an.

Den nördlichsten Teil dieses Gebietes ausserhalb meiner Karte habe ich nur flüchtig untersucht, weil hier die Gegend stark bewaldet ist, und die Schichten deshalb schlecht aufgeschlossen sind. Die Tektonik scheint überall dieselbe zu sein.

Eine Faltung ist in diesem Gebiete nicht zu sehen. Die Schichten fallen gegen O. oder SO. ein, und zwar ziemlich schwach, zwischen 10 und 25°, und dieser Teil von Ringerike ist infolgedessen ausgearbeitet in einer typischen Schichtstufenlandschaft[1] in kleinem Massstabe. Ausser der Richtung des Streichens haben jedoch hier die zahlreichen Querverwerfungen Einfluss auf den Verlauf der Schichtstufen gehabt. (Profiltafel I 3).

Während im südlichen gefalteten Gebiete das Streichen ungefähr ONO.—WSW. bis NO.—SW. ist, findet man schon bei dem alten, historischen Hofe Stein ein N.—S.-liches Streichen, ohne Spuren einer Faltung. Das Ufer wird vom Pentameruskalke gebildet, der sich in kleinen Klippen erhebt, unterlagert von den jüngsten Schichten des

[1] Penck, Morphologie der Erdoberfläche, II. 1894. Pag. 348.

Unteren Llandovery. Der Escarpment des Steinsaas ist hier durch zahlreiche Verwerfungen ganz niedrig geworden und in einzelne Klippen

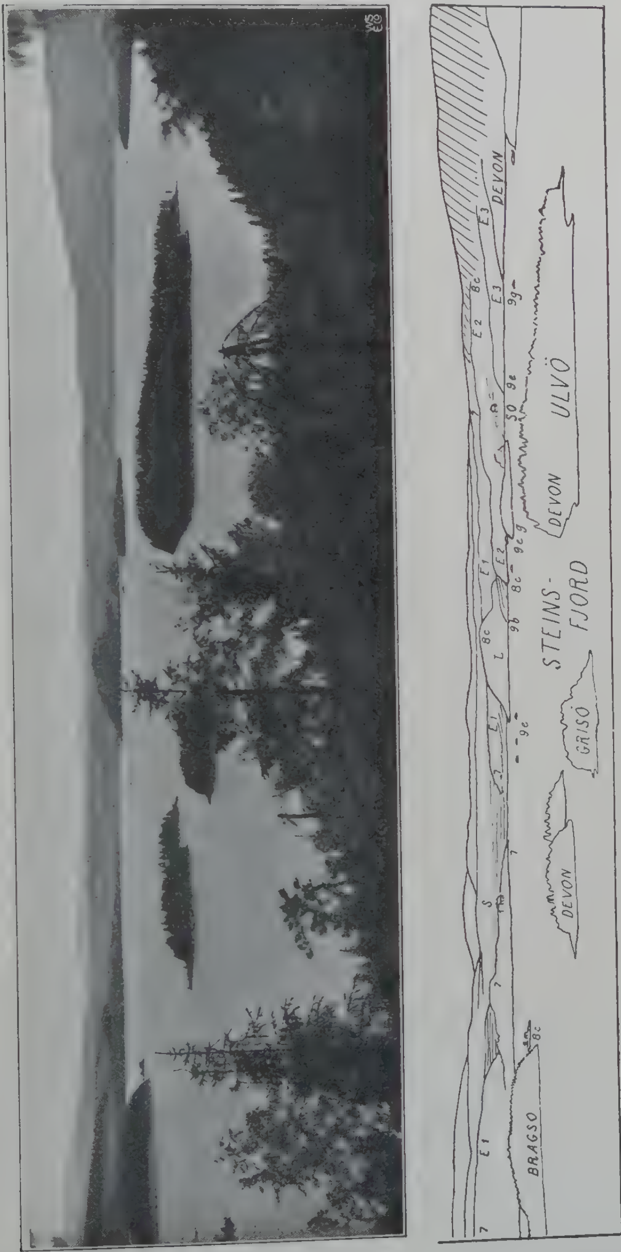


Fig. 5. Der Steinsfjord und der nördliche Teil des Obersilurs von Sundvolden aus gesehen.
Nach einer Photographie des Verfassers. Die Zahlen bezeichnen die Etagen und Zonen. *E 1.* Der Llandovery-Escarpment. *E 2.* Der Wenlock-Escarpment. *E 3.* Der Ludlow-Escarpment. *H* Hærø. *L* Loreaas. *S* Stein. *SØ* Skjørvold.

aufgelöst; gleichzeitig nimmt er eine ganz andere Richtung an, er biegt nach Norden, verliert sich dann aber nördlich von Stein vollständig in die Steinsebene, bis er bei Hurum, ca. 1100 m. weiter nördlich, wieder auftaucht.

Dasselbe Streichen findet man auf Loretangen, einer spitzen Landzunge, ca. 350 m. vom Ufer bei Stein entfernt und von diesem durch eine sehr seichte Bucht getrennt. Loretangen gibt ein ausgezeichnetes Profil durch den Wenlockkalk und den untersten Teil des Ludlows.

Weiter nördlich beginnt wieder das Streichen NNO.-lich zu werden mit 20—25° Einfallen gegen OSO.

Durch diese Veränderung des Streichens entsteht innerhalb meiner Karte ein bogenförmiger Verlauf der Schichtstufenrücken mit Escarpments gegen W. und WNW. und mehr oder weniger flachen Abdachungen gegen O. und OSO. Man könnte wohl auch diese Veränderungen der Streichrichtung als Zeichen einer ganz schwachen Faltung auffassen. Ich habe deshalb das Gebiet als scheinbar ungefaltet bezeichnet.

Zwei von diesen Schichtstufenrücken heben sich besonders hervor, nämlich diejenigen des *Pentamerus*kalkes und Wenlockkalkes. Der erstere fängt eigentlich schon bei Stein an, verschwindet in der Steinsebene, taucht wieder auf bei Hurum und setzt sich von hier aus bogenförmig fort auf der O.-lichen und OSO.-lichen Seite des Vakerdal[1], das wie schon gesagt die Grenze zwischen dem Unter- und dem Ober-Silur bildet. Dies ist der mit besonders schönem Escarpment versehene Burudaas. Der letztere fängt mit Loretangen an, hebt sich in dem eigentümlichen, scharf abgeschnittenen Loreaas und setzt sich weiter im NNO. in dem Ultvedtaas fort. Zwischen diesen zwei Parallelrücken befindet sich das hier im südlichen Teile niedrige, flache Ultvedtdal. Beide Rücken machen ungefähr im SO. von den Höfen Vaker eine starke Einbiegung gegen SO., die wesentlich durch Verwerfungen gebildet ist. Es sind dieselben zwei Schichtstufenrücken, die wir weiter südlich auf Ringerike verfolgen können in dem nördlichen Escarpment des Steinsaas und dem Wenlockescarpment des Feikaraas und der Storø. Hier ist jedoch das ganze System durch die Faltung modifiziert und unregelmässig gemacht worden.

Im OSO. von dem Wenlockkalk-Rücken folgt nördlich vom Steinsfjord das Gebiet des Ludlows. Diese Schichtenfolge besteht auf Ringerike aus einem stetigen Wechsel von Schiefer und Kalkabteilungen. Nur im oberen Teile treten mächtigere Kalkabteilungen auf. Es hat sich deshalb hier eine Landschaft entwickelt mit vielen kleinen Schichtstufen, von denen allein die jüngste, der Ludlowkalkrücken, sich stärker hervorhebt. Dieser beginnt mit den zwei östlichsten Landzungen bei Skjørvold, die schöne Profile zeigen, und erstreckt sich in NNO.-licher Richtung. Hiermit schliesst das Obersilur hier ab; die Grenzlinie

[1] Dal = Tal.

beginnt bei dem Steinsfjord in der kleinen Bucht bei Sandviken und geht von hier nach NNO. Der direkte Übergang vom Silur zum roten Sandstein ist hier überdeckt.

O.-lich von Loretangen liegt die grosse Hærø. Sie wird aus den Schichten des mittleren und oberen Ludlows gebildet. Die kleine dicht nebenbei liegende Maurø ist durch Verwerfung getrennt. Sowohl diese als die weiter südlichen, ganz kleinen, nur als kleine Klippen aus dem Wasser hervorragenden Inseln Tyveholmen und Smaaøerne sind aus der *Chonetes*-Kalkzone (9 e) des oberen Ludlows aufgebaut. In tektonischer Beziehung haben diese Inseln ein grosses Interesse als die einzigen emporragenden Teile der unterseeischen Zone des Obersilurs in diesem Teile des Steinsfjords. Sie sind geschieden durch Verwerfungen, wobei die westlichen Stücke in Stufen eingesunken sind.

Zu dieser Beschreibung füge ich ein Querprofil (Profiltafel I 3) durch diese nördliche Gegend. Die Karte zeigt alles nähere über die Verbreitung der verschiedenen Abteilungen des Obersilurs, die auch in der stratigraphisch-faunistischen Beschreibung genau erörtert werden soll; ich kann mich deshalb hier auf diese Bemerkungen beschränken.

Die Querverwerfungen treten in diesem Gebiete in grosser Anzahl auf, aber nur die grösseren konnten auf der Karte eingezeichnet werden. Besonders in dem *Pentamerus*kalkescarpment sind sie schön zu studieren, und ich habe in diesem eine ganze Reihe solcher untersucht. Sie entsprechen vollständig dem System von Verwerfungen, das den Steinsaas durchsetzt; nur ist die Streichrichtung mehr westlich; sie scheint zu variieren zwischen N. 15 W. und N. 45 W. Auch hier sind fast immer die NO.-lichen Stücke eingesunken; die Sprunghöhen sind nicht gross, 5—10—20 m. bei den stark hervortretenden Verwerfungen. Zweimal fand ich Stücke, die als Horste zurückgeblieben waren.

Mehrmals wurden in der steilen Escarpmentseite des Rückens bei grösseren Verwerfungen keilförmige Stücke nachgewiesen, die die Form der Passübergänge zu bestimmen scheinen. Typisch hierfür ist die Verwerfung bei Burud, die durch die beigefügte Karte veranschaulicht wird. Die Hauptstücke des Rückens sind *A* und *C*; das letztere ist ca. 20 m. gesunken im Verhältnis zu *A*. Die untere Pentamerusgrenze ist hier die leitende Zone. Zwischen diesen befindet sich ein keilförmiges Stück (*C*), das augenscheinlich nur einige Meter tiefer als das Stück *A* liegt. Während beide Seitenstücke, besonders das NO.-liche, mit schroffen Abhängen versehen sind, steigt das Mittelstück sanft empor und bildet den Passübergang.

Das W.-liche Stück (*A*) mit seiner jähen Stürzung nach W. repräsentiert nun im Verhältnis zu den östlicheren (*C*) und westlicheren Stücken des Burudaas einen Horst und scheint gerade deshalb höher aufzuragen. Unter dem eigentlichen Escarpment kommen aus diesem Grunde hier bei Burud auch die älteste Zone des Unteren Llandovery und die jüngsten untersilurischen Schichten aus der Tonebene zum Vor-

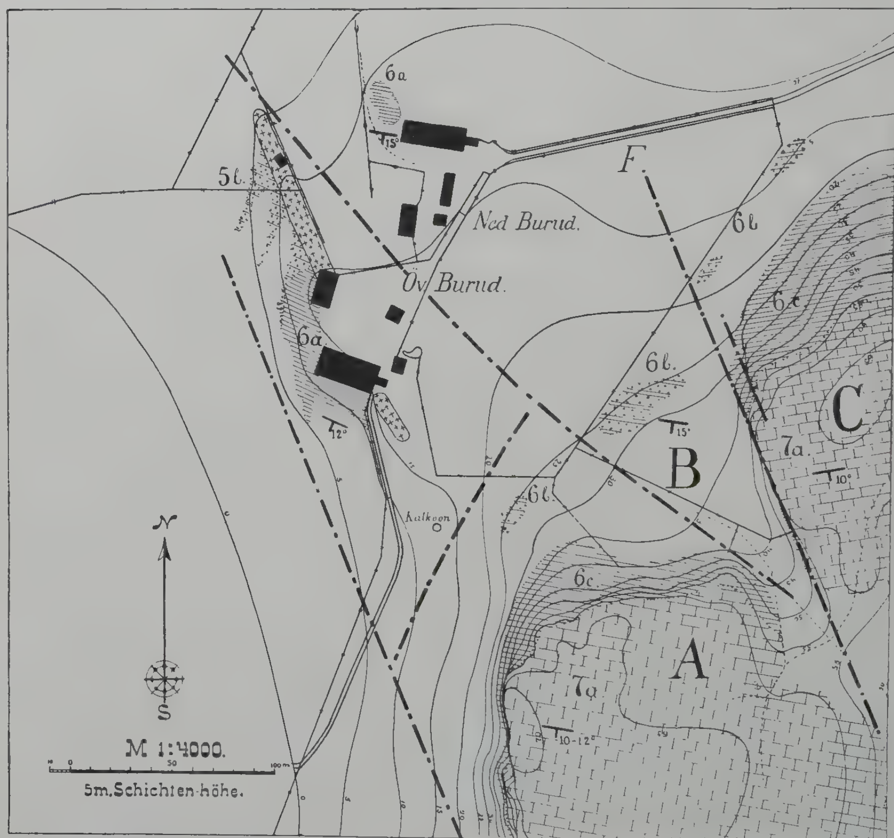


Fig. 6. Geologische Detailkarte der Umgebung von Burud.
7 a umfasst auch den eigentlichen *Pentamerus*kalk.

schein. Sie bilden eine niedrige Stufe, auf welcher der Hof Øv. Burud liegt. Hierzu trägt auch bei, dass der SO.-liche Teil des Stückes *A* mit dem hohen Escarpment im Verhältnis zum NW.-lichen Teile mit dem Hofe Øv. Burud eingesunken ist. Das keilförmige Mittelstück (*B*), das nur unbedeutend im Verhältnis zu *A* eingesunken ist, schliesst sich hier an, und bildet den östlichen Teil dieser Vorstufe. Die Hauptverwerfung des Burudpasses folgt dann der östlichen Steilwand.

Ähnliche Verhältnisse findet man auf mehreren Stellen des Llandovery-Escarpments.

Der Verlauf der Querverwerfungen in SSO.-licher Richtung kann gewöhnlich über den Schichtstufenrücken des Wenlockkalkes leicht verfolgt werden; weiter nach SSO. fällt es schwieriger, weil hier die Gegend mehr überdeckt ist. Jedoch habe ich am Ufer des Steinfjords mehrere gefunden. Speziell hebe ich die Verwerfung gleich südlich von Skjørvold und diejenige bei Brastad hervor. (Siehe die Spezialkarte von Skjørvold.) Die letztere hat beim Steinsfjord eine N.—S.-liche Richtung. Den weiteren Verlauf dieser Verwerfung habe ich nicht bestimmen können. Die Gegend ist hierzu zu überdeckt. Durch beide Verwerfungen sind die östlichen Stücke sehr bedeutend (ca. 20 m.) gesunken.

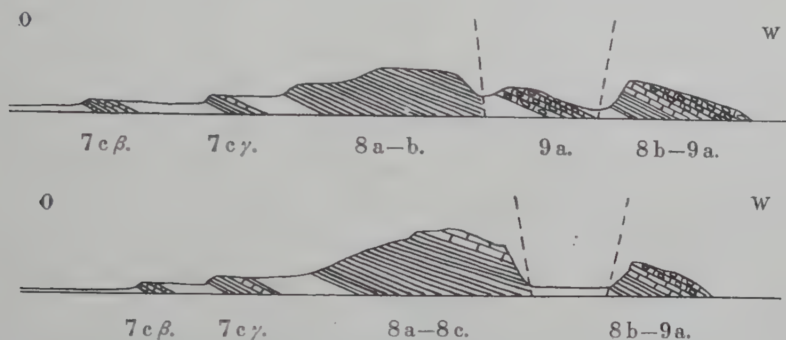


Fig. 7. Zwei Profile durch die Grabenversenkung bei Loreaas. Das obere gleich südlich vom Hofe Lore, das untere weiter im Süden, wo der Loreaas am höchsten ist.

Ich möchte auch hier auf die Grabenversenkung auf der O.-Seite des Loreaas aufmerksam machen (Fig. 7). Der hohe Loreaas hebt sich in dieser Gegend sehr stark hervor; er endigt gleich südlich von dem Hofe Lore mit ganz schroffer Abschliessung, und seine Ostseite wird von einer steilen Wand gebildet. Unterhalb dieser liegt ein ganz flaches, enges, nur ca. 90 m. breites Tal, meistens mit überdecktem Boden, dessen schroffe Ostseite eine Fortsetzung des nördlichen Escarpments ist.

Im Norden kommen die Schichten des Talbodens hervor und man sieht, dass hier eine ausgeprägte Grabenversenkung vorliegt. Es ist noch unsicher, wo die Verwerfungen hier weiter im N. sich fortsetzen.

Im vorhergehenden habe ich nur in soweit die geologischen Verhältnisse behandelt, als sie von Bedeutung für die Schilderung der obersilurischen Gegend und der in dieser vorkommenden Profile sind. Eine eingehende allgemeine Schilderung der ganzen Gegend auch mit Rücksicht auf die Tal- und Fjordbildung liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Ich werde mich hier mit einigen kurzen Andeutungen begnügen.

Wie schon MURCHISON hervorgehoben hat, zeigen die geologischen Verhältnisse auf Ringerike grosse Ähnlichkeit mit denjenigen im Kristianiatale, besonders in Bærum und Asker. Man betrachte nur die geologischen Karten „Hønefos“ und „Kristiania“. In der Mitte das grosse Porphyrplateau, auf beiden Seiten ein breites Einsenkungsfeld, das durch die Erosion als ein Talbecken in den altpaläozoischen Schichten ausgegraben ist. Beide streichen wie die Ablagerungen selbst in SW.—NO. Richtung, beide sind gegen das Centrum des Distrikts von dem schroffen Abhang des Porphyrs begrenzt, auf der anderen Seite dagegen von den sanfter aufsteigenden Bergrücken des Urgebirges durch Verwerfungen geschieden. Auch die Abgrenzung der beiden Talbecken gegen das Porphyrplateau ist auf beiden Seiten merkwürdig übereinstimmend. Sowohl beim Steinsfjord als in Bærum beim Kolsaas findet man das ursprüngliche Profil: Das Obersilur wird vom devonischen Sandstein konkordant überlagert und dieser wieder von dem Augitporphyrit und dem Rhombenporphyr bedeckt. Weiter im SW. und im NO. finden sich grosse Verwerfungen ein, die das Silur gegen das Porphyrplateau abschneiden und wodurch die centralen Teile mit dem Porphyr eingesunken sind. Dass in dieser Beziehung die mächtigen Lakkolithmassen, die im NO. und SW. liegen, eine Rolle spielen, geht aus BRØGGERS Untersuchungen deutlich hervor. Die Faltung der paläozoischen Schichten ist in beiden Gegenden eine ähnliche; sie ist am stärksten im äusseren Teile und bei den SW.-lichen Verwerfungslinien zwischen dem Silur und dem Porphyrplateau, nimmt dagegen sowohl in Bærum als beim Steinsfjord gegen das Plateau ab, geht sogar hier in ein scheinbar monoklines System mit centralem Einfallen über. Wahrscheinlich liegen doch die Schichten auch hier in ganz schwachen, grossen Falten, die unter den Porphyrdecken fortsetzen. Das centrale Einfallen ist wahrscheinlich durch eine grössere Einsenkung der Hauptstücke gegen das Centrum hin verstärkt worden.

Auch die Hauptrichtungen der Verwerfungslinien sind in beiden Gegenden ungefähr dieselben. Die wichtigsten sind eine NNW.—SSO.-liche und eine NO.—SW.-liche, die in eine mehr N.—S.-liche übergehen kann.

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung sehr gross. Nirgends im Kristianiagebiete treten wohl die allgemeinen geologischen Verhältnisse in solcher harmonischen Schönheit hervor wie gerade hier.

Wie bekannt hat W. C. BRØGGER für den Kristianiafjord nachgewiesen, dass die Verwerfungslinien für die Tal- und Fjord-Bildung die wichtigste Rolle gespielt haben, und dass die tiefsten Stellen des Fjords

sich gerade auf den am tiefsten eingesunkenen Stücken befinden. Dasselbe ist sicherlich auch im Tyrifjord und auf Ringerike der Fall.

Die Bildung des Steinsfjords ist somit augenscheinlich durch Verwerfungen vorbestimmt worden. Das Profil bei Sundvolden über den Feikaraas gibt in dieser Beziehung gute Aufschlüsse, weil die Verwerfungen, die hier auftreten und von Bedeutung sind, in Steinsfjord sich fortsetzen. Wie schon geschildert (Pag. 24) ist der östliche Teil des Feikaraas von einer Reihe NNO.—SSW.-lich laufender Verwerfungen durchschnitten, wodurch immer die westlichen Stücke eingesunken sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach wiederholt derselbe Bau sich auch weiter im SO. über Kroksund und Sundvolden. Im NW. ragt nun der NW.-liche, höchste Teil des Feikaraas als ein Horst empor und bildet somit hier eine Grenze der Einsenkung. Dass sich ähnliche Verwerfungen im Steinsfjord befinden, zeigen z. B. Smaaøerne und Maurø; sie haben aber hier eine mehr N.—S.-liche Richtung, was auch mit der Längsrichtung des Fjords übereinstimmt. Nördlich vom Steinsfjord habe ich die entsprechenden Verwerfungen nicht gefunden; wahrscheinlich schliessen sie hier ab[1]. Der Steinsfjord bildet in dieser Weise ein kleines separates Einsenkungsfeld, eingeschlossen im SO. und O. von dem devonischen Sandstein, im NW. und W. von dem obersilurischen Gebiete. Bei der Bildung spielt aber auch das zweite System von Verwerfungen (Richtung NNW.—SSO.) eine Rolle. Besonders lässt sich dies bei der NO.-lichen Abschliessung des Feikaraas nachweisen. Indem die NO.-lichen Stücke in der Regel eingesunken sind, ist hier der Rücken gegen NO. treppenförmig in den Fjord eingesunken (Feikaraas—Bragsø).

Ähnliche Verhältnisse findet man auch bei Sælabonn wieder; ungefähr N.—S.-laufenden Verwerfungen entlang zeigt sich nämlich auch hier die Ostküste in Stufen eingesunken.

Es sind noch viele andere Eigentümlichkeiten dieser interessanten Landschaft, die hier erörtert werden könnten. Es würde aber in dieser Verbindung zu weit führen und auch mehr eingehende tektonische Specialstudien verlangen, als ich für diese rein stratigraphische Arbeit ausgeführt habe.

---

[1] Vielleicht bildet die Grabenversenkung bei Lore eine Abschliessung dieser Verwerfungen im NW.-lichen Teile des Steinsfjords.

Stratigraphische Beschreibung.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6)[1].

Das Untere Llandovery umfasst die Ablagerungen zwischen der obersten Zone des Untersilurs und den Schichten mit der ersten Mutation der *Pentamerus oblongus*-Reihe oder der Zone des *Pentamerus borealis*, EICHW. Sie ist eine ca. 115 m. mächtige Schichtenfolge, wesentlich aus sandigen Ablagerungen gebildet; im obersten Teil treten reinerer Tonschiefer und Platten aus reinerem Kalke auf. Die Faunen setzen sich hauptsächlich aus Brachiopoden zusammen. Die folgenden Zonen können hier unterschieden werden:

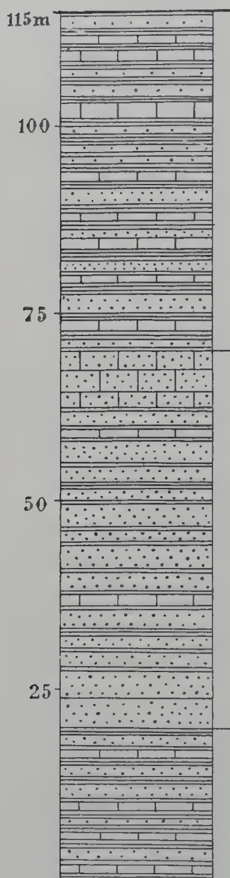


Fig. 8. Schematisches Profil durch das Untere Llandovery. 1:1000[2].

6 a. Die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow., ca. 20 m.

6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, SALT., ca. 50 m.

6 c. Die Zone mit *Rynchonella 10-plicata*. Sow., ca. 45 m.

Das Untere Llandovery nimmt kein grosses Gebiet auf Ringerike ein; es bildet den unteren Teil des Escarpments, der in gebogener Linie sich von dem nördlichen Ende der Bucht Sælabonn bis nach Burud und weiter auf der SO.-Seite des Vakertales erstreckt. Gewöhnlich ist in diesem Escarpment nur der obere Teil der Etage entblösst, indem der untere unter den mächtigen, losen Ablagerungen der Steinsslette und des unteren Vakerdal verborgen ist. Erst weiter oben im Vakerdal tritt der untere Teil hervor. Weiter im Süden ist die Etage bei Rolighed, Sandviken und Borgen auf der NO.-Seite von Sælabonn entblösst. Zum letzten Mal kommt sie in dem kleinen Sattel von Limaastangen zum Vorschein. Die unterste Zone ist endlich auch

[1] Im allgemeinen Teile werde ich die hier gebrauchte Etageeinteilung des Obersilurs eingehend begründen.

[2] Die Bezeichnungsweise in diesem und den folgenden Profilen für Sandstein, Kalk, sandigen Kalk, Schiefer etc. ist die übliche. Nähere Erklärung ist auf den Profiltafeln zu finden.

auf der Nordwestseite der Vestre Svartø zu sehen, das einzige Stück Obersilur auf der Westseite von Sælabonn.

6 a. Die Zone mit Leptocoelia hemisphaerica, Sow.

Eine genaue Kenntnis der jüngsten untersilurischen Ablagerungen muss die Grundlage für das Studium des Obersilurs bilden. Erst hierdurch kann die Grenze zwischen untersilurischen und obersilurischen Schichten gezogen werden und das Studium der faunistischen Entwickelung einen sicheren Ausgangspunkt erlangen.

Der jüngste Teil des Untersilurs — Etage 5 — auf Ringerike ist vom Verfasser in einer früheren Arbeit behandelt worden[1]; er besteht hier aus folgenden zwei Zonen:

2) Die Zone mit *Meristella crassa,* Sow. (5 b). Unterst ein ca. 15 m. mächtiger Kalksandstein mit gewöhnlich armer Fauna; nach oben kalkreichere Schichten bis 25 m. mächtig. Hier finden sich bald harte Kalksandsteine. bald sandige Kalke mit *Crinoiden*stielgliedern, die in reinen. oft bituminösen *Crinoiden*kalk übergehen. An mehreren Stellen treten reine Korallenriffkalke auf.

1) Der *Gastropoden*kalk (5 a). Eine ca. 100 m. mächtige Schichtenfolge von mehr oder weniger knolligen Kalkschichten und Schiefern mit sehr reicher Litoralfauna. Nach oben geht sie allmählich in die folgende Zone über.

Der direkte Übergang von Zone 5 b, die meiner Auffassung nach die jüngste Zone des Untersilurs bildet, zu den tiefsten obersilurischen Schichten ist nur an einzelnen Stellen auf Ringerike entblösst.

Schon in meiner früheren Arbeit habe ich das Profil auf Vestre Svarto besprochen. Im Sunde gegen das Bønsnæsland zu springt auf dieser Insel eine kleine Landzunge hervor, aus den untersten obersilurischen Schichten gebildet. Die Steilküste der Insel wird hier aus den schroff (60°) gegen NNW. fallenden Schichten der Etage 5 b gebildet; sie bestehen aus mächtigen Bänken aus krystallinischem, etwas sandigem Kalk mit *Crinoiden*stielgliedern. Über diesen liegt in der Landzunge eine ca. 20 m. mächtige Schichtenfolge. die aus Kalksandsteinschichten, 3—13 cm. dicken Schichten aus blaugrauem, hartem Kalk und ziemlich reichlichem, graugrünem Tonschiefer besteht. Diese Schichtenfolge ist von der Steilküste der Insel durch eine Längsverwerfung geschieden, die jedoch hier keine grosse Bedeutung zu haben scheint.

---

[1] J. Kiær: Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems. Vid.-Selsk. Skr. 1897 No. 3.

In dieser ältesten Zone des Obersilurs habe ich folgende Fossilien gefunden:

Favosites asper, d'Orb.
Propora conferta, Edw. & H. Allg.
Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Ptychophyllum, sp. Allg.
Monotrypa, sp.
Orbiculoidea, sp.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm. Sehr allg.
Orthis pentlandica, Salt.
Strophomena expansa, Sow.
Strophomena antiquata, Sow.
Strophomena cf. *pecten*, L.
Leptocoelia hemisphaerica, Sow. Allg.
Atrypa imbricata, Sow.
Barrandella undata, Sow. Allg.
Stricklandinia, sp.
Illaenus, cf. *Thomsoni*, Salt.
Phacops elliptifrons, Esm.
Acidaspis, sp.

Ich habe das Profil auf Vestre Svartø so genau besprochen, weil ich da eine ganze Reihe von interessanten Fossilien gefunden habe. Wichtiger in stratigraphischer Hinsicht sind dagegen mehrere Profile im Vakerdal im nördlichen Teil des obersilurischen Gebietes, weil hier die Schichtenfolge mehr ungestört und vollständiger ist. In dem langen Escarpment von Sælabonn über Stein und Burud ist dieser untere Teil des Unteren Llandovery durch die mächtigen losen Ablagerungen der Steinsslette fast überall verborgen; oberhalb der Höfe Vaker wird das Tal enger, der Boden hebt sich, und grössere Teile des festen Untergrundes kommen aus den losen Ablagerungen zum Vorschein. Hier finden sich zwischen Vaker und Braaten mehrere gute Profile durch die Zone 6 a.

Besonders möchte ich das Profil ungefähr 1 Km. oberhalb Vaker hervorheben (Fig. 9). Auf der NW.-Seite des Tales steht hier der *Gastropodenkalk* (5 a) in dem Abhang des Gullerudaas, unterhalb dessen der Weg geht. OSO.-lich vom Wege liegt ein ca. 50 m. breites Feld, auf dessen anderer Seite sich ein kleiner Gebirgsrücken mitten im Tale erhebt. Unterst in diesem Bergrücken sind, wie das Profil zeigt, die obersten

9—10 m. der Zone 5 b, also die jüngsten Schichten des Untersilurs entblösst. Sie bestehen aus Kalksandsteinen und kalkreicheren, oft knolligen Schichten in mehreren Zonen. In einzelnen Schichten fand ich *Meristella crassa*, Sow., *Strophomena expansa*, Sow. und Mengen von *Leptaena sericea*, Sow. Die obersten Schichten werden aus dicken sandigen Kalkschichten mit *Crinoiden*stielgliedern und *Ptychophyllum* gebildet.

Hierüber liegt die unterste Zone des Llandovery mit Kalksandsteinschichten, 3—4 cm. dicken Kalkschichten und oft reichlichem, sandigem, graugrünem Schiefer, gewöhnlich etwas unregelmässig geschichtet.

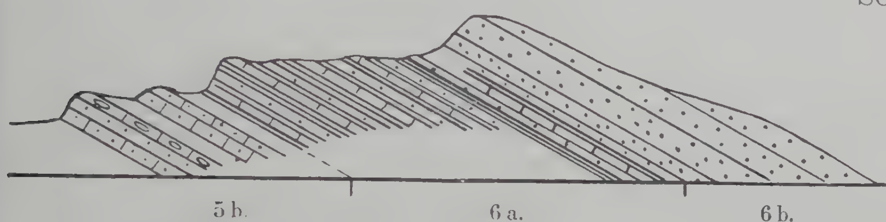


Fig. 9. Profil durch die Zone 6 a oberhalb Vaker. 1 : 1000.

Mehrere der Kalkschichten waren versteinerungsreich; folgende Fossilien wurden notiert:

- *Favosites Asper*, d'Orb.
- *Ptychophyllum* sp.
- *Orthis* cf. *canaliculata*, Ldm. Sehr allg.
- *Strophomena expansa*, Sow.
- *Strophomena antiquata*, Sow.
- *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. Sehr allg.
- *Phacops elliptifrons*, Esm.

Die unteren 4 m. dieser Zone sind in einer Steilwand gut entblösst; oberhalb dieser ist das Terrain flacher und mehr überdeckt, bis sich eine neue Steilwand erhebt, die den höchsten Teil des Bergrückens bildet. Sie besteht aus meterdicken Kalksandsteinbänken, oft mit diagonaler und konzentrischer Schichtung. In einzelnen dünnen Bändern fand ich *Ptychophyllum*formen, *Crinoiden*stielglieder und die kleinen scheibenförmigen Stöcke von *Propora Grayi*, Nich & Eth.

Mit diesen mächtigen Sandsteinbänken beginnt die nächste Zone des Unteren Llandovery. Die schieferreiche Zone 6 a zeigt hier eine Mächtigkeit von 20—22 m. Sie kann auch höher hinauf bei Braaten studiert werden, wo sie NW.-lich von dem Grundtjernsbæk ansteht.

Da Profile durch diese Zone nicht so häufig sind, will ich auch die anderen Lokalitäten anführen. Südlich von dem besprochenen Bergrücken im Vakerdal ist sie an mehreren Stellen auf den Feldern entblösst, ohne dass sich hier vollständige Profile befinden. Weiter im Süden kann sie in der kleinen Anhöhe, auf welcher der Hof Burud liegt, studiert werden. Weiter ist sie unterhalb des Passes bei Jomfruland zu

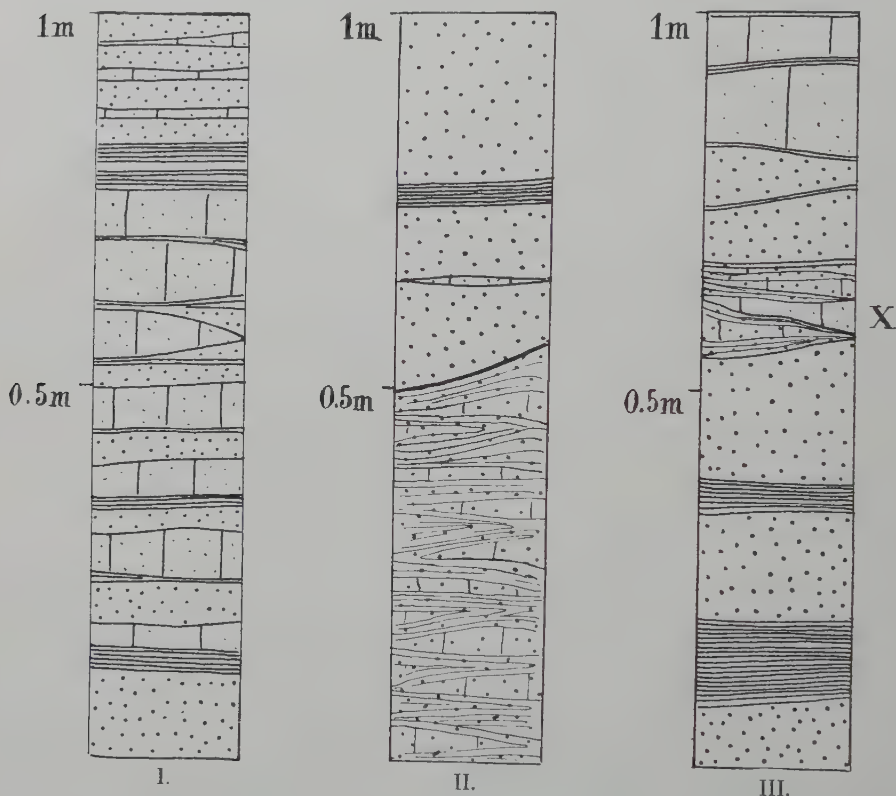


Fig. 10. Beispiele der Schichtenfolge in den Zonen 6 a und 6 b, 1 : 10.
Kalksandsteinschichten, unreine Kalkschichten und Thonschiefer.
I. 1 m. Schichtenfolge im oberen Teil der 6 a bei Rolighed. II. 1 m. der Schichtenfolge in 6 b bei Sandviken. III. Do. nur etwas tiefer. X. Eine Schicht voll von *Rhynchonella Weaveri*. SALT.

sehen. Die beiden letzten Lokalitäten zeigen dieselben eigentümlichen geologischen Verhältnisse. Sie liegen beide unterhalb bedeutender Passübergänge, die in grossen Querverwerfungen durch den *Pentamerus*kalkescarpment begründet sind. Sie scheinen Stücken, die höher als die beiden Seitenstücke liegen und deshalb auch aus der Tonebene hervorragen, anzugehören.

Viel besser als an den letztgenannten Stellen ist der obere Teil der Zone im NO-lichen Teil von Sælabonn bei Rolighed aufgeschlossen.

Das Profil bei Rolighed und Sandviken wird schon von KJERULF besprochen. Er mischt jedoch in allen seinen Arbeiten diese Zonen des Unteren Llandovery mit dem Sandstein der Zone 5 b zusammen, den er auf der Svartø gesehen hat.

Der Bilidaas, der von einem grossen Sattel des Llandovery gebildet wird, wird hier an der NO-Seite von Sælabonn durch schöne Profile durchschnitten. Die Mächtigkeitsbestimmung der Zonen wird jedoch durch mehrere parallele Querverwerfungen schwierig gemacht, wie das Profil auf Profiltafel I zeigt.

Äusserst in der Landzunge bei Rolighed liegen dieselben dickbänkigen Sandsteine, die wir im Vakerdal oberhalb der Zone 6 a gefunden haben; dieser Teil der Landzunge ist stark gesunken, denn in der grossen Steilwand oberhalb des kleinen Pachthofes trifft man dieselben Schichten wieder; sie liegen hier in einem schönen Sattel, in dessen südlichem Teile unterhalb der dicken Sandsteinbänke noch ca. 10 m. der Zone 6 a zu sehen sind.

Dieser obere Teil der Zone ist hier ausgezeichnet entblösst. Der Schiefer ist gewöhnlich reichlich vorhanden; die Sandsteinschichten, die wie der Schiefer fast fossilienleer sind, sind gewöhnlich nicht als dicke Bänke vorhanden; jedoch treten einzelne solche, oft rasch auskeilende auf; sie zeigen häufig Wellenfurchen, Trockenrisse und unbestimmbare Spuren von Tieren oder Pflanzen. In einzelnen finden sich gerollte Korallen. Die Kalkschichten sind häufig bituminös und gewöhnlich sehr fossilienreich: leider sind die Fossilien schlecht erhalten. In diesem Profile, das auch durch ein Detailprofil dargestellt ist, habe ich folgende Formen gefunden:

Favosites Asper, D'ORB.
Propora affinis, BILL.
Propora Grayi, NICH. & ETH.
Helopora sp. Oft sedimentbildend.
Orthis sp. aus der *elegantula*-Reihe.
Orthis pentlandica, DAV. Allg.
Strophomena expansa, SOW. In grossen Mengen.
Strophomena filosa, SOW. Allg.
Strophomena cf. *pecten*, L.
Strophomena rhomboidalis, WILCK.
Leptocoelia hemisphaerica, SOW. In Mengen, besonders unten.
Rhynchonella Weaveri, SALT. Selten.
Rynchonella sp. Oft in Mengen.
Barrandella undata, SOW. Selten.

Phacops elliptifrons, Esm.
Encrinurus punctatus, Brünn.

Wie aus den hier besprochenen Profilen hervorgeht, besteht die Zone 6 a aus einer wahrscheinlich 20—22 m. mächtigen Folge von fossilienleeren Kalksandsteinplatten, fossilienführenden Kalkschichten und ziemlich reichlichem Schiefer. Dieser scheint unten am reichlichsten zu sein. Im oberen Teile treten dickere, oft unregelmässig geschichtete Kalksandsteinbänke auf, und die Zone geht in dieser Weise in den nachfolgenden mächtigen Sandstein über. Die Fauna wird wesentlich aus Brachiopoden zusammengesetzt; sie treten in vielen Kalkschichten in grosser Menge auf. Auch eine Bryozo baut mit ihren feinen Zweigen ganze Schichten auf. Trilobiten und Korallen treten auch auf, finden sich aber ganz vereinzelt. Alle Korallen sind Formen, die sich schon in der Zone 5 a des jüngsten Untersilurs gezeigt haben, und auch weiter in das Llandovery hinaufsteigen. Die Trilobiten sind alle neue Formen; nur eine von diesen, *Illaenus Thomsoni*, Salt., findet sich wesentlich im untersten Llandovery. Von den 15 verschiedenen Brachiopoden treten wahrscheinlich die 11 erst in dieser Zone des Obersilurs auf, nämlich:

Orbiculoidea sp.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Orthis pentlandica, Salt.
Strophomena filosa, Sow.
Strophomena cf. *pecten*, L.
Leptocoelia hemisphaerica, Sow.
Atrypa imbricata, Sow.
Rhynchonella Weaveri, Salt.
Rhynchonella sp.
Barrandella undata, Sow.
Stricklandinia sp.

Jedoch muss hervorgehoben werden, dass mehrere Formen von diesen, wie *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. und *Barrandella undata*, Sow., nahe verwandte Formen in der Zone 5 b besitzen. Ich habe auch in 6 a Spuren einer *Stricklandinia* gefunden, wahrscheinlich eine frühe Mutation von *Str. lens*, Sow.

Besonders charakteristisch für diese Zone sind:

Leptocoelia hemisphaerica, Sow.
Rhynchonella sp.
Barrandella undata, Sow.

Nach der ersten von diesen können diese Schichten die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica,* Sow. genannt werden.

Die hier geschilderte Fauna ist gewöhnlich in den Kalkschichten sehr individuenreich, aber artenarm. Es tritt uns hier in der ersten Zone des Obersilurs ein eigentümliches Verhältnis entgegen, das auf gewissen biologischen Ursachen beruhen muss, nämlich dass in einer Schicht eine oder ein Paar Formen so massenhaft auftreten, dass die Reste aller anderen Organismen ganz in den Hintergrund treten, ja öfters nicht bemerkbar sind. Man hat hier vor sich dieselben faunistischen Verhältnisse, die sich in den recenten Meeren finden. Stuxberg[1] hat sie Tierformationen genannt. Hierunter versteht er solche Gebiete des Meeresbodens, auf welchen eine oder ein Paar Tierformen in so grosser Menge leben, dass alle anderen Formen zurückgedrängt werden. Ich finde diese Bezeichnung für die besprochenen Schichten, die ein ähnliches faunistisches Verhältnis zeigen, sehr zutreffend und werde sie in dieser Arbeit benutzen. In 6 a findet man somit folgende ausgesprochenen Tierformationen, die miteinander abwechseln:

1) Die *Strophomena expansa*-Formation.
2) Die *Leptocoelia hemisphaerica*-Formation.
3) Die *Rhynchonella*-Formation.
4) Die *Helopora*-Formation.

Die beiden ersten Formen können auch eine Formation zusammen bilden. Andere Schichten zeigen wieder eine mehr gemischte Gesellschaft. Ich finde diese Bezeichnung besser als z. B. *Strophomena expansa-Facies* etc., weil man hier keine Veränderung der petrographischen Beschaffenheit der Kalkschichten konstatieren kann, und die einzelnen Formationen in einer kleineren Schichtenfolge gewöhnlich wechseln und sich wiederholen. Mit *Facies* bezeichne ich mehr die allgemeinen sedimentären und faunistischen Verhältnisse einer ganzen Zone.

Werfen wir jetzt einen Rückblick auf den Übergang vom Untersilur zum Obersilur auf Ringerike, so finden wir also die folgende Schichtenfolge:

6 b. Mächtige fossilienarme Kalksandsteine, die nach oben in kalkreichere Kalksandsteine mit reichen Brachiopodenfaunen übergehen.

6 a. Schieferreichere Abteilung mit Kalksandsteinplatten und versteinerungsreichen Kalkschichten mit reicher Brachiopodenfauna.

5 b. β) Crinoidenstielreiche, gewöhnlich sandige Kalke oder Korallenriffkalke.

α) Kalksandsteine in dicken Bänken mit armer Fauna.

---

[1] Stuxberg, Evertebratfaunaen i Sibiriens Ishaf. Vega Expeditionens vet. Iakttagelser, I, 1882, Pg. 743.

5 a. Mächtige Folge von knolligen Kalkschichten und Schiefer mit sehr reicher und abwechselnder Fauna.

Aus dieser Schichtenfolge scheint hervorzugehen, dass auch auf diesem Gebiet am Schlusse der untersilurischen Zeit eine Hebung stattfand, die doch schon mitten in 5 b in eine neue Senkung überging; diese setzte sich noch in der ersten obersilurischen Zeit fort während der Absetzung der Zone 6 a, ging aber schon im oberen Teil dieser Zone in eine neue Hebung über.

6 b. Die Zone mit Rhynchonella Weaveri, Salt.

Überall auf Ringerike wird die schieferreiche Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. von einer mächtigen Sandsteinablagerung überlagert; sie bildet hier den mächtigeren Teil des Unteren Llandovery. Faunistisch lässt sich diese Zone 6 b am besten studieren in den schönen Profilen bei Rolighed und Sandviken auf der NO.-Seite von Sælabonn. Verwerfungen hindern aber hier eine genaue Bestimmung der Schichtenfolge. Weiter im N. in dem Escarpment des Steinsaas und Burudaas ist dieser Sandstein nicht zu sehen; er liegt unter den losen Ablagerungen der Steinsslette verborgen. Nur unterhalb des Passes bei Jomfruland und bei Kleven und Burud kommt er zum Vorschein. Erst im Vakerdal oberhalb Burud ist er, wie die Karte zeigt, mehr entblösst. Hier finden sich dann auch mehrere gute Profile.

Besonders werde ich das Profil bei Braaten hervorheben, dessen Hauptpunkte ich genau habe aufmessen lassen, um eine sichere Mächtigkeitsbestimmung des Unteren Llandovery zu bekommen (Fig. 11); es geht nämlich von den obersten Schichten des Untersilurs in den *Pentamerus*kalk hinauf. Das Untere Llandovery scheint hier ca. 120 m. mächtig zu sein.

Die Mächtigkeit verteilt sich auf die verschiedenen Zonen in folgender Weise:

6 a. Die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. ca. 20 m.
6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, SALT. ca. 50 m.
6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. ca. 47.6 m.
7 a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Pentamerus borealis*-Schichten ca. 10 m.

Nach der genau aufgemessenen Karte bei Burud (Pag. 31) scheint die Zone 6 c nur ca. 42 m. mächtig zu sein. Ich nehme deshalb für diese Zone das Mittel ca. 45 m. an, und schätze die Mächtigkeit der ganzen Etage 6 auf ca. 115 m.

Die Zone 6 b ist also eine ca. 50 m. mächtige Schichtenfolge. Sie beginnt mit oft meterdicken, feinkörnigen Kalksandsteinbänken in 6—8 m. Mächtigkeit. Diese unteren, dicken Bänke sind oft diagonal und konzentrisch geschichtet und keilen oft rasch aus; sie sind sehr fossilienarm. In einzelnen ganz dünnen Zonen fand ich kleine *Ptychophyllum*-formen, *Propora Grayi*, NICH. & ETH und *Crinoiden*stielglieder.

Höher hinauf sind die Kalksandsteinbänke gewöhnlich dünner; hier treten auch Schichten von unreinem, oft bituminösem Kalk auf, die oft mit schlecht erhaltenen Fossilien gefüllt sind. Sandiger Schiefer findet sich auch sparsam ein. Im obersten Teile, durch welchen die Landzunge zwischen Bordal und Sandviken bei Sælabonn ein gutes Profil darbietet, werden die Kalksandsteinbänke wieder mächtiger; zwischen dicken fossilienleeren Bänke finden sich hier bis meterdicke Bänke von sandigem, grauem Kalke mit dunkler Verwitterungsrinde. Sie zeigen oft ausge-

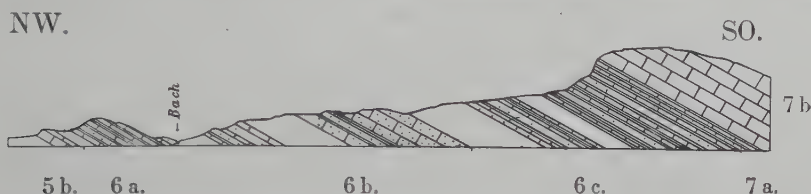


Fig. 11. Profil durch das Untere Llandovery bei Braaten im Vakerdal. 1:3000.

prägte Diagonalschichtung und bestehen eigentlich aus dünnen wechselnden, mehr oder weniger kalkreichen Zonen. Die Fossilien, hauptsächlich Brachiopoden, sind an die kalkreicheren gebunden, treten aber hier in Mengen auf. Auch einzelne unreine Kalkschichten treten auf. Es finden sich hier dieselben Fossilien wie tiefer unten im mittleren Teil der Zone. Eigentümlich ist das massenhafte Auftreten von *Strophomena expansa*, SOW., mit deren flachen Schalen die kalkreicheren Zonen der dicken Kalkbänke ganz erfüllt sind. Auch feine *Bryozoen* und *Rhynchonella Weaweri*, SALT. bilden hier oberst ausgeprägte Tierformationen.

Ich kann von dieser Zone folgende Formen anführen:

Ptychophyllum sp., kleine Form.
Propora Grayi, NICH. & ETH., im untersten Teile.
Helopora sp. Formationsbildend, oft mit *Strophomena expansa* zusammen.
Orthis pentlandica, DAV. Allgem.
Strophomena rhomboidalis, WILCK.

Strophomena expansa, Sow. Allg.; oft formationsbildend, besonders oberst.

Strophomena cf. *pecten*, L.

Leptocoelia hemisphaerica, Sow. Allg.

Rhynchonella Weaveri, Salt. Allg.; formationsbildend im obersten Teil.

Spuren von *Trilobiten* und *Gastropoden*.

Die Zone 6 b ist eine Seichtwasserbildung und ist, wie die in ihrer ganzen Mächtigkeit auftretenden Wellenfurchen zeigen, unter einer anhaltenden Senkung abgesetzt worden. Die Fauna ist artenarm im Verhältnis zu dem ungeheuren Reichtum an Individuen in einzelnen Schichten; sie ist fast dieselbe wie in der vorigen Zone, nur das Auftreten der Formen ist etwas verschieden. Besonders muss das massenhafte Auftreten von *Strophomena expansa*, Sow. und der kleinen zierlichen *Rhynchonella Weaveri*, Salt., besonders im oberen Teile hervorgehoben werden. Besonders die letzte Form, die erst im oberen Teil der vorigen Zone sparsam auftritt, scheint mir diese zweite Zone des Unteren Llandovery zu charakterisieren, und ich habe sie auch deshalb nach dieser bezeichnet.

Der Übergang vom Unteren zum Oberen Llandovery.

Zwischen dem mächtigen Sandstein der Zone 6 b und den dichtliegenden Kalkschichten des *Pentamerus*kalkes, mit welchen man gewöhnlich das Obere Llandovery anfängt, liegt eine ca. 50 m. mächtige Schichtenreihe, die sowohl in sedimentärer als in faunistischer Beziehung einen Übergang vom Unteren zum Oberen Llandovery bildet. Die Kalksandsteinplatten sind hier sparsamer und dünner als in der Zone 6 b, die Kalkschichten zahlreicher und der Schiefer reichlich. Obwohl die Facies keine grössere Veränderung in dieser Schichtenreihe erleidet, verändert sich dennoch die Fauna ganz bedeutend. Im oberen Teil treten mehr und mehr neue Formen auf, und zwar in dem Masse, dass diese Schichtenfolge in zwei Zonen geteilt werden muss, eine untere ca. 45 m. mächtige Zone mit noch wenig veränderter Fauna, und eine obere, 5—6 m. mächtige, mit einer vollkommenen Übergangsfauna.

Um eine richtige Vorstellung der faunistischen Veränderung in dieser Schichtenfolge zu geben, teile ich ein Detailprofil von Limaastangen (Profiltafel II) mit. Diese Landzunge bei Rytteraker bildet einen Sattel des *Pentamerus*kalkes, unter welchem auf der Westseite der

obere und wichtigere Teil der besprochenen Schichtenfolge zum Vorschein kommt. Der westlichste Teil ist durch eine N.—S. gehende Verwerfung geschieden und im Verhältnis zu dem Stück im O. gesunken. Ich habe eine Aufmessung hier vom nördlichen Teil des Sattels vorgenommen, die in meinem Profil im Massstabe von 1 : 10 dargestellt ist. Die meisten Kalkschichten wurden faunistisch untersucht, und ich gebe im folgenden ein Verzeichnis der Fossilien, die in den verschiedenen Schichten (I—XXX) gefunden worden sind. Die guten Einsammlungen, die im Jahre 1891 vom Bergmeister TH. MÜNSTER in demselben Profil vorgenommen wurden, sind hier auch mitgenommen. Das Profil beginnt von oben mit den dicken Kalkschichten mit *Pentamerus borealis*, EICHW.

I. Dichtliegende Kalkschichten mit unzähligen dicken Schalen von *Pentamerus borealis*. EICHW.

II. Kalkschicht mit:
Strophomena expansa, SOW. Kleine Var., in Mengen.
Strophomena cf. *imbrex*, PAND.
Atrypa reticularis, L. Fragmente.
Meristella sp. Sehr gewöhnl. in grossen Exempl.
Leperditia Hisingeri, SCHM. Var. Allg.
Pleurotomaria sp.

III. Kalkschicht mit sparsameren Schalen von *Pentamerus borealis*, EICHW.

IV. Schicht aus hellem, graubraunem Kalk mit:
Strophomena expansa, SOW.
Beyrichia sp.
Phacops elliptifrons, ESM.

V. Kalkschicht mit:
Rötlichen *Crinoiden*stielgliedern.
Tentaculites Anglicus, SALT. Selten.
Acroculia sp.
Phacops elliptifrons, ESM. Nicht selten.

VI. 4—5 cm. dicke Kalkschicht, gefüllt mit *Pentamerus borealis*, EICHW.

VII. 5—10 cm. dicke Kalkschicht, gefüllt mit den weissen Schalen von *Pentamerus borealis*, EICHW. Die unterste *borealis*-Schicht.

VIII. Kalkschicht mit vielen *Beyrichien* und *Primitien*.

IX. Kalkschicht mit:
Rötlichen *Crinoiden*stielgliedern.
Orthis sp. aus der *elegantula*-Gruppe.
Strophomena sp.
Atrypa reticularis, L.
Encrinurus aff. (nov. gen. & sp.).

X. Fossilienreiche Kalkschicht mit:
Ptychophyllum sp.
Rötlichen *Crinoiden*stielgliedern.
Ptilodictya sp.
Orthis sp. cf. *pentlandica*, SALT.
Strophomena semiglobosa, DAV.
Strophomena expansa, SOW. Kleine Var. Allg.
Atrypa reticularis, L.
Meristella sp. Allg.
Meristella depressa, SOW.
Beyrichia sp. Allg.
Primitia sp. Allg.
Dalmania sp. Fragm.
Phacops elliptifrons, ESM.
Bumastus depressus, KIÆR (nov. sp.)[1].
Calymene sp.
Encrinurus aff. (nov., gen. & sp.).
Leperditia Hisingeri, SCHM. Var.
Gastropode sp. Unbestimmbare Fragmente.

XI. Kalkschicht mit:
Rötlichen *Crinoiden*stielgliedern.
Strophomena semiglobosa, DAV.
Beyrichia sp. Allg.
Primitia sp. Allg.

XII. Kalkschicht mit:
Ptilodictya sp.
Tentaculites sp.
Phacops elliptifrons, ESM.

XIII. Kalkschicht mit:
Rötlichen *Crinoiden*stielgliedern.
Meristella sp. Kleine Exemplare.
Phacops elliptifrons, ESM.
Encrinurus aff. (nov., gen. & sp.).

[1] Kurze Diagnosen der neuen *Bumastus*- und *Illaenus*-Formen finden sich am Schlusse dieser Arbeit.

XIV. Harter grauer Fragmentkalk mit bestimmbaren Fragmenten nur von *Phacops elliptifrons*, Esm.

XV. Dünne Kalkschichten mit vielen *Atrypa reticularis*, L.

XVI. Kalkschicht mit schlecht erhaltenen Fossilien:
Rötliche *Crinoiden*stielglieder.
Orthis sp.
Strophomena expansa, Sow.
Strophomena sp.
Meristella sp.
Illaenus longispinosus, Kiær (nov. sp.).

XVII. Fragmentkalk mit undeutlichen Fossilien:
Helopora sp. In Mengen.
Tentaculites sp.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Spuren von *Orthis*, *Atrypa* etc.

Viele der folgenden Kalkschichten bestehen aus Fragmentkalk (Fr. K.) mit ganz undeutlichen *Brachiopoden*fragmenten.

XVIII. Grauer Fragmentkalk mit roten *Crinoiden*stielgliedern.

XIX. Kalkschicht mit einzelnen *Rhynchonella 10-plicata*, Sow.

XX—XXIII. Kalkschichten, gefüllt mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow.

XXIV. Von 7 m. bis 2 m. sind die Schichten schlecht entblösst; hier ein Wechsel von grünlichem Schiefer, Kalksandsteinschichten und Kalkschichten wie vorher. Einige Kalkschichten sind mit *Atrypa reticularis*, L., andere mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., gefüllt.

XXV. 2 Kalkschichten mit:
Orthis rustica, L.
Leptaena transversalis, Dalm.
Atrypa reticularis, L.
Phacops elliptifrons, Esm.

XXVI. Kalkschicht mit Mengen von *Atrypa reticularis*, L.

XXVII. Unreiner, sandiger Fragmentkalk mit feinen *Helopora*-Zweigen.

XXVIII. Graue Kalkschicht mit:
Orthis sp.
Strophomena expansa, Sow.
Atrypa reticularis, L.
Phacops elliptifrons, Esm.

XXIX. Grauer, unreiner Kalk mit:
Atrypa reticularis, L.
Phacops elliptifrons, Esm.

XXX. Grauer Kalk mit:
Helopora sp. In Mengen.
Ptilodictya sp.
Rhynchonella 10-plicata, Sow.
Phacops elliptifrons, Esm.

Hier sind nur die wichtigsten Kalkschichten und ihre Faunen angeführt. Die Schichtenfolge besteht übrigens, wie das Profil zeigt, aus dickeren und dünneren Kalksandsteinplatten und grünlichem Schiefer, der oberhalb der Schicht XIX mergelig wird.

Die Grenze zwischen den zwei Zonen kann in diesem Profile zwischen den Schichten XVIII und XIX gesetzt werden, also ungefähr 6 m. unterhalb der ersten Schicht mit *Pentamerus borealis,* Eichw. In dem unteren Teile, der durch reiche *Rhynchonella 10-plicata*-Formationen ausgezeichnet ist, ist die Fauna noch wenig verändert; man ist nicht im Zweifel, diese Schichten als eine obere Zone des Unteren Llandovery aufstellen zu müssen; sie geht, wie andere Profile zeigen, nach unten in den dickbänkigen Sandstein (6 b) über. Oberhalb der angegebenen Grenze beginnt die Fauna sich zu ändern. Die Facies ändert sich wenig; die quantitative Zusammensetzung der Fauna aus verschiedenen Tiergruppen bleibt fast dieselbe, die petrographische Entwickelung zeigt sehr wenig Unterschied, und doch formt sich die Fauna um, so dass diese Zone einen faunistischen Übergang zwischen Unterem und Oberem Llandovery zeigt. Diese Übergangsfauna setzt sich auch zwischen den *Pentamerus borealis*-Schichten fort und verschwindet erst dann, wenn die Facies endgültig in die *Pentamerus*kalkfacies übergeht. Diese Übergangs-Fauna schliesst sich hier auf Ringerike eigentlich der Fauna im Unteren Llandovery nahe an; es treten aber so viele neue, wichtige Formen auf, unter denen besonders *Pentamerus borealis,* Eichw., die erste Form aus der überaus wichtigen Reihe der glatten *Pentameren,* und *Leperditia* cf. *Hisingeri,* F. Schm., hervorgehoben werden müssen. dass es dennoch natürlich scheint, diese Zone dem Oberen Llandovery anzuschliessen. Ich bezeichne sie deshalb in dieser Arbeit als die Zone 7 a. Wir bekommen somit hier die folgenden Zonen:

6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata,* Sow.
7 a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Pentamerus borealis*-Schichten.



Fig. 12. Kalkplatte mit Mengen von *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. aus dem oberen Teil der Zone 6 c auf Limaastangen (*Rh. 10-plicata*-Formation).
Nach einer Photographie von Herrn WORM-PETERSEN. Natürliche Grösse.

6 c. Die Zone mit Rhynchonella 10-plicata, Sow.

Wie im vorigen Abschnitt auseinandergesetzt, rechne ich hierzu eine ca. 45 m. mächtige Schichtenfolge, die auf die dicken, an *Strophomena expansa* überreichen Bänke der vorigen Zone folgt und nach oben ohne bestimmte Grenze in die folgende *Meristella*-Zone (7 a) übergeht. Sie besteht aus zahlreichen, gewöhnlich dünnen Kalksandsteinplatten, weniger zahlreichen Kalkschichten und oft reichlichem, graugrünem Schiefer. Die Kalksandsteinplatten zeigen auf ihrer Oberfläche oft Kriechspuren, sind aber sonst wie auch der Schiefer fossilienleer. Die Kalkschichten sind dagegen oft sehr fossilienreich; einige bestehen aus einem Fragmentkalk von *Brachiopoden*schalen mit sehr wenigen bestimmbaren Fossilien, andere bestehen aus unreinem Kalk mit schlecht erhaltenen Fossilien, wesentlich *Brachiopoden* und feinen *Bryozo*zweigen, während wieder andere aus reinerem. oft grauem Kalke gebildet sind und besonders im oberen Teile sehr reich an gut erhaltenen *Brachiopoden* sind. Der Fossilienreichtum nimmt im ganzen nach oben zu.

Die südlichste Stelle, wo diese Zone auftritt, ist Limaastangen bei Rytteraker. Die Westseite gibt ein gutes Profil durch den oberen Teil und die folgende Zone. Ähnliche Profile finden sich bei Borgen und im inneren Teil von Sælabonn bei Byplads und auf dem kleinen Vanjellumholmen. Weiter im Norden tritt sie in dem langen Escarpment von Steinsaas und Burudaas auf. Der *Pentamerus*kalk bildet hier überall den obersten Teil des Escarpments, unter dessen kompakten Kalkschichten die Zone 7 a und ein grösserer oder kleinerer Teil der 6 c zum Vorschein kommen. An einzelnen Stellen gehen die Profile auch in die unteren Zonen der Etage 6 hinab (Jomfruland, Kleven, Burud und mehrere Stellen zwischen Veltikol und Braaten). Viele gute Profile sind aber zu steil für eine genauere Untersuchung.

Als Formen, die ganz sicher zu dieser Zone gehören, kann ich die folgenden anführen:

Propora nov. sp.
Helopora sp.; dieselbe wie in der vorhergehenden Zone.
Stictopora(?) *Malmøensis*, Kjerulf. Nur in einzelnen Schichten in der Mitte der Zone.
Ptilodictya sp. Allg.
Tentaculites sp. cf. *Anglicus*, Salt.
Orthis sp. aus der *elegantula*-Reihe. Allg.
Orthis pentlandica, Dav. Sehr allg. im unteren Teile.

Orthis rustica, L. Allg.
Leptaena transversalis, DALM., var. *minor*.
Strophomena expansa, Sow. Kleinere und grössere Formen. Sehr allg.
Strophomena semiglobosa, DAV.
Atrypa reticularis, L. In ganzen Schichten.
Rhynchonella 10-plicata, Sow. Allg., besonders im oberen Teil, wo sie formationsbildend auftritt.
Rhynchonella sp. — kleine Form im unteren Teil, etwas unsicher.
Stricklandinia lens, Sow. Sehr selten im mittleren Teil.
Phacops elliptifrons, ESM. Allg.

Ausgeprägte Tierformationen bilden in dieser Zone *Atrypa reticularis*, L. und *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., die letzte jedoch nur im oberen Teile (Fig. 12); im unteren habe ich sie nur in kleinen, vereinzelten Exemplaren gefunden. Im unteren Teil treten *Orthis*-Formen oft in Mengen auf, teilweise mit zahlreichen *Strophomena expansa*, Sow. Der faunistische Übergang von der vorigen Zone ist somit ein ganz allmählicher. Die Facies ist ja auch nicht sehr verändert, jedoch beginnt die Fauna abwechslungsreicher zu werden, Korallen finden sich in grösserer Anzahl ein, und auch der kleine *Phacops* ist ganz allgemein. *Stricklandinia lens*, Sow., die im Kristianiatale so überaus häufig ist, habe ich nur als grosse Seltenheit gefunden; sie spielt in dieser Fauna eine sehr zurückgezogene Rolle; sehr stark in den Vordergrund treten *Atrypa reticularis*, L., die die tiefer unten so allgemeine *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. ersetzt, und die schöne *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. Die letzte ist unbedingt die am meisten charakteristische Form dieser Fauna in 6 c auf Ringerike.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

Das Obere Llandovery bildet auf Ringerike eine 130 – 135 mächtige Schichtenfolge und besteht im Gegensatz zu dem Unteren Llandovery aus kalkreichen Abteilungen, die mit Schieferabteilungen wechseln.

Der Unterschied zwischen der westlichen und östlichen Faciesentwickelung ist in dieser Etage weniger gross als vorher. Um einen Vergleich mit der östlichen Entwickelung zu erleichtern, habe ich drei Haupt-Abteilungen, 7 a, b und c, unterschieden, wovon die zwei unteren kalkreich, die obere schieferreich ist. Die speziellen Zonen sind dann mit α, β und γ bezeichnet. Ich muss mich jedoch dagegen reservieren, als wären diese Zonen in Etage 7 weniger gut faunistisch charakterisiert

als z. B. die Zonen in der vorigen Etage. Dies ist entschieden nicht meine Meinung mit der hier angewandten Buchstabenbezeichnung, die lediglich aus praktischen Gründen gemacht ist.

Die folgenden Zonen können hier unterschieden werden:

7 a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Pentamerus borealis*-Schichten ca. 10 m.

7 b α. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. (*Forma typica*) oder der *Pentamerus*kalk . . . . ca. 25 m.

7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk . . . . ca. 17 m.

7 c α. Die Zone mit dem unteren roten *Crotalocrinus*-Schiefer . ca. 20 m.

7 c β. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. oder der obere Korallenkalk ca. 25 m.

7 c γ. Die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*-Schiefer . ca. 35 m.

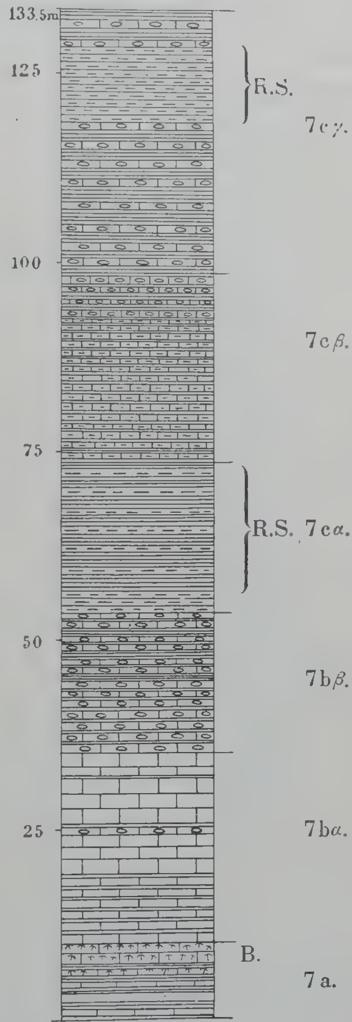


Fig. 13. Schematisches Profil durch das Obere Llandovery. 1 : 1000. R. S. Roter Schiefer. *B.* Schichten mit *Pent. borealis.*

Die Schichten dieser Etage haben grosse Verbreitung auf Ringerike. Sie bilden fast die ganze Halbinsel zwischen Sælabonn und Steinsfjord mit Ausnahme von dem Feikaraas und dem kleinen Gebiete mit Unterem Llandovery. Weiter im S. treten sie auf der NW.-Seite von Storø und auf Purkø auf. Im nördlichen Escarpment des Steinsaas bildet der *Pentamerus*kalk überall den obersten Teil. Dasselbe ist in dem Burudaas im nördlichen Gebiet der Fall; die übrigen Zonen nehmen dann die OSO.-Seite des Rückens und die WNW.-Seite des Ultvedtdal ein. Der Talboden ist hier sehr überdeckt.

7 a. Die Zone mit Meristella sp. und den Pentamerus borealis-Schichten.

Diese Übergangszone zwischen Unterem und Oberem Llandovery ist schon teilweise besprochen; auch ihre Verbreitung, die mit derjenigen der Zone 6 c zusammenfällt, habe ich geschildert. Die Mächtigkeit dieser

Zone ist ca. 10 m. Die unteren 6 m. zeigen eine ähnliche Facies wie in 6 c, nur wird der Schiefer jetzt mergelig, und die Kalkschichten enthalten gewöhnlich zahlreiche dünne, rötliche *Crinoiden*stielglieder. Dies zeigt uns, dass gewisse Änderungen in biologischer Hinsicht eingetreten sind, und bildet ein praktisches Kennzeichen dieser Schichten. Im unteren Teile sind die Kalkschichten gewöhnlich aus Fragmentkalk, sehr arm an bestimmbaren Fragmenten von *Brachiopoden*schalen. Höher hinauf werden die Kalkschichten immer reicher an besser erhaltenen Fossilien. Die Fauna ist derjenigen in 6 c sehr ähnlich; die reichen *Rhynchonella 10-plicata*-Formationen sind aber jetzt verschwunden. In den Kalkschichten finden sich gewöhnlich mehr gemischte Tiergesellschaften; in einzelnen kann man von *Meristella*-Formationen sprechen. Ungefähr in einer Höhe von 6 m. tritt dann ganz unvermittelt die erste Schicht vollgepfropft von den dicken, weissen Schalen von *Pentam. borealis*, Eichw. auf. 15—20 cm. hierüber findet man gewöhnlich eine ähnliche Schicht. Hierüber verschwinden die Kalksandsteinschichten, und es finden sich mehr oder weniger knollige Kalkschichten und Schiefer, bis 1—1.5 m. über der ersten *Borealis*-Schicht eine neue und mächtigere Zone mit dicken *Borealis*-Schichten auftritt. Diese *Borealis*bank ist gewöhnlich 1—1.2 m. mächtig. Hierüber wird der Schiefer reichlicher. *Pentamerus borealis*, Eichw., findet sich auch hier, jedenfalls bis 1.5 m. über der dicken *Borealis*bank, wo sie in die *Pentamerus*form der Zone 7 a übergeht. Die Grenze ist unbestimmt.

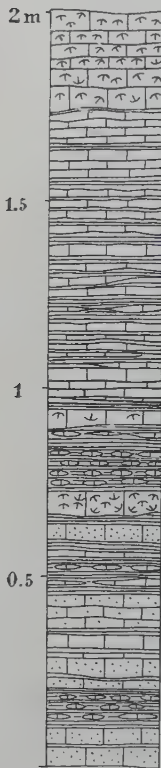


Fig. 14. Profil durch einen Teil der Zone 7 a bei Byplads (Sælabonn). B. 1—3: Schichten mit *Pentamerus borealis*, Eichw. 1 : 20.

Die Fauna zwischen diesen *Borealis*-Schichten ist dieselbe wie tiefer unten; in den *Borealis*-Schichten selbst sieht man nur die ausserordentlich dicken Schalen dieser *Brachiopode*; in diesen überreichen *Pentamerus borealis*-Formationen scheinen alle übrigen erhaltungsfähigen Tiere vollkommen zurückgedrängt zu sein.

Auf der geologischen Übersichtskarte von Ringerike sind die *Borealis*-Schichten als Grenze zwischen den Etagen 6 und 7 angenommen; die untere Grenze der Zone 7 a wäre hierfür zu unbestimmt.

Ich habe in dieser Zone gefunden:

Favosites asper, d'Orb.
Ptychophyllum sp.
Feine *Helopora*-Zweige, im untersten Teile.
Ptilodictya sp.
Dünne Stielglieder von *Crinoiden.*
Orthis cf. *Pentlandica*, Salt.
Orthis elegantula, Dalm.
Strophomena expansa, Sow. Kleine Varietät. Allg.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Leptaena sp. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Meristella cf. *crassa*, Sow. Sehr allg., seltener formationsbildend.
Athyris depressa, Sow. Im oberen Teil.
Pentamerus borealis, Eichw. In reichen Formationen im oberen Teile.
Illaenus longispinosus, Klær (nov. sp.). Selten.
Bumastus depressus, Klær (nov. sp.). Selten.
Dalmania sp. Selten.
Phacops elliptifrons, Esm. Allg.
Calymene sp. Allg.
Cheirurus sp.
Encrinurus aff. (nov. gen. & sp.).
Leperditia cf. *Hisingeri*, Schm.
Beyrichia sp. } Allg. in einzelnen Schichten.
Primitia sp. }
Acroculia sp.
Kleine unbestimmbare *Gastropoden.*
Tentaculites cf. *anglicus*, Salt.

Hier lassen sich auch eine Reihe anderer Formen anschliessen, die auf Limaastangen und bei Borgen in früherer Zeit gesammelt sind, für welche ich aber nicht angeben kann, ob sie zu dieser oder zum obersten Teil der vorigen Zone gehören:

Propora affinis, Bil.
Propora cf. *compacta*, Ldm.
Plasmopora rudis, Ldm.
Heliolites parvistella, F. Röm.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm. Mehrere.
Orthis cf. *elegantula*, Dalm.

Bilobites biloba, L.
Strophomena cf. *antiquata*, Sow.
Athyris oder *Whitfieldia* sp.
Rhetzia sp.
Kleine *Gastropoden*.
Acidaspis sp.

Das Auftreten dieser Fauna kann in dem mitgeteilten Detail-Profil von Limaastangen gesehen werden[1]. Die *Brachiopoden*, die die grösste Rolle spielen, besitzen mehrere neue, interessante Formen. Eine dicke *Meristella* ist eine charakteristische Form dieser Zone und tritt oft zahlreich auf, ist jedoch kein neuer Typus, indem sie mit *M. crassa*, Sow. in 5 b nahe verwandt ist. *Athyris depressa*, Sow. und *Pentamerus borealis*, Eichw. sind dagegen neue Formen, die der Fauna im Oberen Llandovery angehören. Besonders die letzte ist von grossem Interesse. Sie bildet den Anfang der Mutationsreihe der glatten *Pentameren*, die gewöhnlich als *Pentamerus oblongus*, Sow. bezeichnet werden. Sie ist eine Form mit kurzem Septum und sehr breiter Kammer; sie zeichnet sich auch dadurch aus, dass die Schalen besonders in dem Umbonalteile der Ventralschale ausserordentlich dick sind. Dies Verhältnis, das wahrscheinlich in rein biologischen Faktoren begründet ist, hat wohl keine phylogenetische Bedeutung, ist aber so eigentümlich stark entwickelt, dass hierdurch diese *Borealis*-Schichten sofort wiedererkannt werden und ein ganz vorzügliches leitendes Niveau auf Ringerike bilden (Fig. 15). Sonst ist die *Brachiopoden*fauna ähnlich wie in der älteren Zone.

Von der übrigen Fauna müssen besonders die *Crustaceen* hervorgehoben werden. Der schöne *Bumastus* zeichnet im norwegischen Obersilur diese Übergangszone und die folgenden Zone der Etage 7 aus; der *Illaenus* beginnt hier und ist sonst charakteristisch für den unteren Teil des Oberen Llandovery. Mit diesen Formen zusammen, die sich mehr der Fauna im Oberen Llandovery anschliessen, findet sich *Phacops elliptifrons*, Esm., der bisher als eine sehr charakteristische Form des Unteren Llandovery in Norwegen angesehen wurde. Nach meinen Untersuchungen setzt er sich in sehr nahestehenden Formen im Oberen Llandovery fort, und es ist schwer zu sagen, wo der *Phacops elliptifrons*, Esm. aufhört und der *Phacops Stokesi*, Salt. anfängt. Die Form in 7a scheint doch ein ächter *Phacops elliptifrons*, Esm. zu sein. Ein neuer, zwischen *Encrinurus* und *Cybele* stehender Trilobit ist nur in dieser Zone auf Ringerike gefunden. Dagegen ist die *Leperditia* eine Form,

[1] Profiltafel II.



Fig. 15. Kalkplatte mit Durchschnitten des dickschaligen *Pentamerus borealis*, Eichw. aus der Zone 7 a auf Limaastangen.

Nach einer Photographie von Herrn Worm-Petersen. Natürliche Grösse.

die in mehreren Gebieten gerade in dieser Zone auftaucht und deshalb von grossem Interesse ist. Diese erste *Leperditia*-form steht in der Mitte zwischen der späteren *L. abbreviata*, F. Schm. und der ächten *L. Hisingeri*, F. Schm. und bildet wahrscheinlich die Stammform der beiden.

7 b *α*. Die Zone mit Pentamerus oblongus, Sow. oder der Pentameruskalk.

Die *Pentamerus borealis*-Schichten der Zone 7 a setzen sich ohne sichere Grenze in eine ca. 25 m. mächtige, teilweise kompakte Kalkabteilung fort, die die typische Form des *Pentamerus oblongus*, Sow. enthält. Sie führt in ihrem oberen Teile einen sehr reinen, zum Kalkbrennen sehr geeigneten Kalk, der auch zu diesem Zwecke auf vielen Stellen benutzt worden ist. Überall im Kristianiafelde zeigt sie eine ziemlich übereinstimmende Entwicklung und wird gewöhnlich als der *Pentamerus*-Kalk bezeichnet. Doch muss schon hier hervorgehoben werden, dass der treibwürdige Kalk in den verschiedenen Gebieten nicht in demselben Horizont liegt. Auf Ringerike wird er von einem knolligen, oft koralienreichen Kalk, der mit Schieferzonen wechselt und ca. 17 m. mächtig ist, überlagert. Diese Kalkabteilung, die nur sparsame Schalen von *Pentamerus* führt, scheidet sich in guten Profilen von dem eigentlichen *Pentamerus*kalke aus und kann als eine eigene Unterzone aufgestellt werden, die Zone des unteren Korallenkalks. In mehr überdecktem Terrain sind diese Zonen jedoch schwierig auseinanderzuhalten, und ich habe sie deshalb auf der Karte mit derselben Farbe bezeichnet.

Durch ihre kräftige blaue Farbe tritt auf der Karte die grosse Verbreitung dieser beiden Zonen gut hervor. Das grösste Gebiet wird von dem breiten Bilidaas gebildet, auf dem sie fast überall den festen Felsboden bilden, und nur auf einzelnen Stellen von losen Ablagerungen gedeckt werden. Der südliche Arm des Sattels erstreckt sich über den Hof Borgen hinab; hier finden sich am Ostufer von Sælabonn gute Profile. Weiter im Süden bilden sie den kleinen Sattel bei Rytteraker und Limaastangen. Der Bilidaas senkt sich im Osten, und seine Schichten tauchen südlich von Stein mit ganz schwachem Fallen in den Steinsfjord hinab. Wie schon geschildert, bilden dann dieselben Zonen den oberen Teil des langen Escarpments, der sich von dem nördlichen Teil von Sælabonn bis nach Stein erstreckt, hier in die Steinsslette ver-

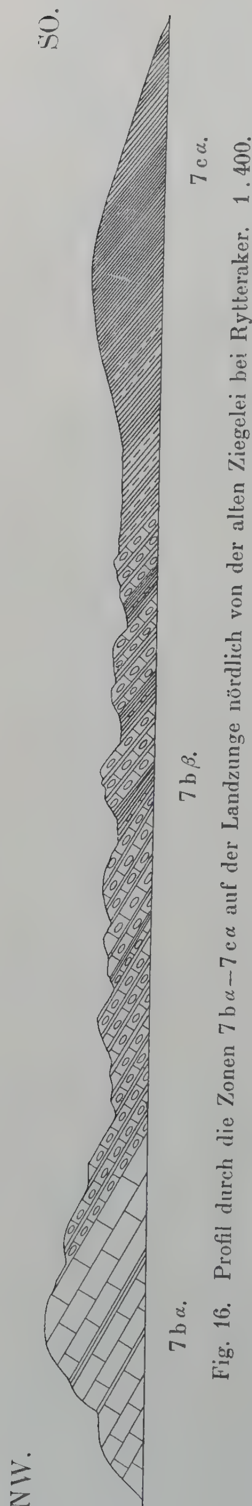


Fig. 16. Profil durch die Zonen 7 bα–7 cα auf der Landzunge nördlich von der alten Ziegelei bei Rytteraker. 1 . 400.

schwindet und wieder bei Hurum auftaucht, um dann die imponierende Steilwand auf der SO-Seite des Vakerdal zu bilden.

Der *Pentamerus*kalk ist, obwohl er somit grosse Verbeitung hat, nicht in vielen vollständigen Profilen entblösst.

Ein gutes Profil findet sich auf Limaastangen bei Rytteraker; unter dem *Pentamerus*kalk, der in einem Sattel liegt, kommen hier auf der Westseite auch die Zonen 7 a und 6 c zum Vorschein. Die Zone 7 bα kann hier auf beiden Seiten des Sattels studiert werden. Nördlich sind ca. 16 m. vom unteren Teile gut entblösst; südlich ist das Profil noch besser und vollständiger; eine Mächtigkeitsbestimmung wird aber durch Verwerfungen unsicher gemacht. Beide Schnitte zeigen, dass die untersten ca. 8 m. aus dünneren, mehr oder weniger knolligen Kalkschichten mit sparsamem Schiefer bestehen. Die Kalkschichten sind gewöhnlich sehr reich an *Pentamerus oblongus*, Sow., meistens in kleinen Individuen. Hierüber beginnt der obere Teil mit meistens dickeren, dichtliegenden Kalkschichten, die oft ganz kompakte Bänke bilden. Jedoch kommen auch hier dünnere Zonen mit reicherem Schiefer vor. Zonenweise treten Schalen von *P. oblongus*, Sow. massenhaft auf, oft in grösseren und teilweise ziemlich dickschaligen Individuen.

Die besprochenen Profile werden dureh das Profil auf der Landzunge nördlich von der alten Ziegelei bei Rytteraker ergänzt. Hier sind die obersten Schichten des *Pentamerus*kalks und ihre Überlagerung durch den unteren Korallenkalk ausgezeichnet entblösst. Ca. 10 m. des obersten Teiles sind in diesem Profil zu sehen, meistens aus kompaktem Kalk bestehend (Fig. 16).

Im nördlichen Escarpment des Steinsaas und Burudaas ist der *Pentamerus*kalk überall mehr oder weniger zu sehen, indem er wie gesagt den obersten Teil des Rückens bildet. Ein gutes Profil

findet man im NO. von Burud bei Væltikol, wo der Weg über den hier ganz niedrigen Escarpment führt. Am Wege hat man jedenfalls den grössten Teil der Zone 7 b α entblösst. Unterst liegen die *Borealis*-Schichten der Zone 7 a. Der obere Teil der 7 bα besteht auch hier aus kompakteren Kalkschichten als der untere. In den obersten 3 m. fand ich kleine korallenriffähnliche Bildungen, nur mit einem Durchschnitt von einigen Metern, worin Korallen zahlreich vorkamen. In diesem Profile sind ca. 20 m. von 7 a aufgeschlossen; man kann jedoch nicht sicher bestimmen, ob die Zone hier vollständig zu sehen ist. Bei Braaten, höher hinauf im Vakerdal, wurde endlich die Mächtigkeit des *Pentamerus*kalkes zu wenigstens 25 m. bestimmt.

Einzelne Teile des *Pentamerus*kalks sind natürlich an unzähligen Stellen entblösst. Als eine besonders interessante Lokalität hebe ich das Ufer des Steinsfjords zwischen Stein und Gariby hervor. Der *Pentamerus*kalk taucht hier mit ganz schwachem Einfallen in den Steinsfjord hinab, und die Schichtflächen sind deshalb hier prachtvoll entblösst. Durch die chemische Wirkung des Wassers sind hier unzählige Tassen- bis Kessel-förmige Vertiefungen und kleine Karrenfeldbildungen entstanden. Auch hier sind kleine riffähnliche Bildungen zu sehen.

Folgende Formen sind bis jetzt in dieser Zone gefunden worden:

Stromatopora sp.
Halysites catenularia, L,
Syringopora bifurcata, Lonsd.
} Im obersten Teil riffbildend.

Heliolites parvistella, F. Röm.
Zaphrentis sp.
Fenestella sp.
Orthis calligramma, var. *Davidsoni*, Vern.
Orthis sp. aus der *elegantula*-Gruppe.
Strophomena expansa, Sow. Allg.
Strophomena semiglobosa, Dav. Allg.
Strophomena rhomboidalis, Wilck.
Strophomena sp.
Platystrophia biforata, Schl.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Camerella sp.
Pentamerus oblongus, Sow. *Forma typica*. In grossen Mengen.
Tryblidium unguis, Ldm. Selten.
Platyceras cornutum, His.

Kleine unbestimmbare *Gastropoden.*
Pterinea sp. cf. *Sowerbyi,* M'COY.
Bumastus sp.
Proetus sp.
Lichas cf. *pusillo,* ANG.
Leperditia abbreviata, F. SCHM. Nicht allg.

Die Fauna des *Pentamerus*kalks ist, wie man sieht, somit nicht besonders artenreich, und nur ein Paar Formen treten in grösseren Mengen auf. Ausser *Pentamerus oblongus,* Sow., der in vielen Schichten ganz massenhaft vorkommt, finden sich nur *Strophomena semiglobosa,* DAV., *Str. expansa,* Sow. und *Atrypa reticularis,* L. häufiger. Im obersten Teile treten jedoch, wie erwähnt, Korallen an einzelnen Stellen als riffbildende Formen auf. Die folgenden Formen sind im norwegischen Silur neu für diese Etage:

Syringopora bifurcata, LONSD.
Strophomena semiglobosa, DAV. (Selten in 7 a).
Pentamerus oblongus, SOW.
Tryblidium sp.
Bumastus sp.
Lichas cf. *pusillo,* ANG.
Leperditia abbreviata, F. SCHM.

Von diesen spielt *Pentamerus* die am meisten hervortretende Rolle; aus der Reihe der glatten *Pentameren* begegnet uns hier der typische *Pent. oblongus,* Sow., der unten durch Übergänge mit *Pent. borealis,* EICHW. verbunden ist. Auch die *Leperditia* ist wichtig; sie ist die typische *abbreviata,* F. SCHM., eine Form, die die Abteilung 7 b überall auszeichnet.

7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk.

Die Verbreitung dieser Zone ist in ihren Hauptzügen unter dem *Pentamerus*kalk geschildert worden; dieser letztere geht mit ziemlich schroffem Übergang in einen korallenreichen Kalk mit dichten, knolligen Kalkschichten über, der mit einzelnen Schieferzonen wechselt. Die Mächtigkeit beträgt ca. 17 m.

Auf der Landzunge nördlich von der alten Ziegelei bei Rytteraker findet sich ein ausgezeichnetes, vollständiges Profil durch diese Zone; man findet hier 3 Schieferniveaus mit grünlichem Schiefer von je 1 m. Die Gesamtmächtigkeit beträgt 17 m. (Fig. 16).

Unterhalb Rytteraker bei der Überfahrt nach Storö hat man wieder einen guten Schnitt. Mitten in dem Korallenkalk hat man hier eine schieferreiche Zone von 4—5 m. Der Schiefer ist graugrün, wechselt aber in der Mitte mit 1 m. rotem; zu oberst führt er ziemlich grosse, isolierte Kalkknollen. Ausgezeichnet entblösst ist der Korallenkalk auch längs dem Ufer des Steinsfjords von Gariby bis Krokvigtangen und weiter einwärts nach Vik zu, ist hier aber anscheinend mehr versteinerungsarm. Bei Rytteraker enthält er dagegen viele Korallen.

Aus dieser Zone habe ich folgende Formen eingesammelt:

Astraeospongia meniscus, F. Röm.
Stomatopora sp.
Halysites escharoides, Lam.
Halysites macropora, Eichw.
Favosites Gotlandicus, L.
Favosites Forbesi, Edw. & H.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Favosites Foughti, Edw. & H.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Oberst.
Propora cf. *compacta*, Ldm.
Zaphrentis sp. sp.
Coenites sp.
Orthis sp.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Pentamerus oblongus, Sow. Selten.

Von den Korallen müssen besonders hervorgehoben werden:

Halysites macropora, Eichw.
Favosites Foughti, Edw. & H.
Syringopora bifurcata, Lonsd.

Auch das Auftreten eines *Coenites* ist interessant.

Es sind alles Formen, teilweise neue Typen, die sich im norwegischen Obersilur nicht im Unteren Llandovery finden. Die Korallenfauna hat also hier in dem unteren Teil des Oberen Llandovery eine bedeutende Veränderung erlitten.

7 c α. Die Zone mit dem unteren roten Crotalocrinusschiefer.

Diese Zone mit dem schönen, in frischem Zustande oft tief purpurfarbenen Schiefer mit seinen weissen *Crotalocrinus*-Stielen ist ein hervortretender Horizont im Obersilur auf Ringerike. Freilich finden sich

rote Schiefer auch oberst im Llandovery und besonders im Ludlow; aber diese lassen sich doch in der Regel leicht von ersterem unterscheiden, selbst wenn dessen Grenzzonen nicht zu sehen sind.

Am weitesten nach Süden ist diese Zone bei Rytteraker entblösst, wo sich die besten Profile finden. Gut entblösst ist sie demnächst bei Gjesvold unterst in der niedrigen Terrasse vor dem Feikaraas. Auch in der Mulde nördlich von Bilid finden sich Reste davon bei Jomfruland. Im nördlichen Teil des Obersilurs sieht man sie an mehreren Stellen in Ultvedtdal, wie die Karte zeigt; hier scheint sie durch eine Längsverwerfung verdoppelt zu sein.

Auf der Landzunge nördlich von der alten Ziegelei bei Rytteraker ist der untere Teil dieser Zone (ca. 12.5 m.) mit dem Übergang vom Korallenkalk sehr gut entblösst. Dieser Schnitt wird durch denjenigen ergänzt, der sich direkt bei der Ziegelei findet, wo der obere Teil mit dem Übergange zu der nächsten Zone zu sehen ist; vom roten Schiefer sieht man hier 6—7 m. Die Schichten in diesen beiden Schnitten liegen auf je einer Seite der Mulde zwischen Rytteraker und Borgen. Im Südost von Rytteraker längs dem Ufer bei Nedre Klaserud ist die Zone auch gut entblösst, aber nicht in ganz zusammenhängenden Profilen. Der Zusammenhang zwischen diesen Vorkommen bei Rytteraker, dessen Häuser auch teilweise auf dieser Zone liegen, ist aus der Karte leicht ersichtlich. Diese drei Schnitte sind es, die ich am genauesten studiert habe; bessere gibt es kaum.

Über dem Korallenkalk lagert zunächst ein grünlicher Tonschiefer mit einzelnen Kalkknollenschichten, 2.5 m. mächtig. Hierauf folgt der schöne, oft tief purpurrote Schiefer, der im unteren Teil hin und wieder dünne grüne Zonen hat. Der Schiefer ist meistens fein und leicht zerbröckelnd. Wie mächtig der rote Schiefer ist, lässt sich schwer mit Genauigkeit bestimmen; jedenfalls scheint er wenigstens 15 m. zu sein. Hin und wieder finden sich dünne Kalkschichten und Kalkknollenschichten, meistens koralliner Natur. Es sind besonders ganz feinröhrige, unregelmässig verzweigte Kolonien von eigentümlichen Rugosen, die in diesen kalkreicheren Schichten in grossen Massen auftreten. Sie gehören zu den Gattungen *Cyathophylloides* und *Cyathophyllum* und bilden in dieser Zone ausgeprägte Tierformationen. Nach oben zu werden diese Kalkbänder zahlreicher. Auch andere Korallen sind allgemein, speziell müssen ungewöhnlich feinröhrige *Halysites*formen, *Alveolites* und *Heliolites decipiens*, M'Coy hervorgehoben werden. Vor allem wird jedoch dieser rote Schiefer gekennzeichnet durch die langen, weissen,

glatten *Crinoiden*stiele, wahrscheinlich von einem *Crotalocrinus*, der von dem früher aus dem Malmögebiet bekannten verschieden ist.

Der rote Schiefer geht nach oben zu in einen grünlichen über, der zuerst mit rotem wechselt: dünne, koralline Kalkschichten werden hier immer zahlreicher, und die Zone geht auf diese Weise mit gleichmässigem Übergang in den oberen Korallenkalk über.

Von diesen Übergangsschichten lassen sich vielleicht 2—3 m. zu dem roten *Crotalocrinus*-Schiefer rechnen, und die Mächtigkeit dieser Zone wird dadurch im ganzen ca. 20 m.

Aus dem unteren *Crotalocrinus*-Schiefer kann ich folgende Fauna (Rytteraker, Klaserud, Gjesvold) anführen:

Halysites escharoides, Lam. Feinröhrige Var. Allg.
Alveolites Labechei, Edw. & H. Allg. oberst.
Heliolites decipiens, M'Coy. Sehr allg. (ob. Teil).
Plasmopora stella, Ldm.
Pholidophyllum sp.
Calostylis denticulata, Kjerulf.
Zaphrentis sp.
Cyathophyllum sp. Grosse Form, einzeln.
Cyathophyllum sp. } formationsbildend.
Cyathophylloides sp. }
Crotalocrinus sp. Sehr allg.
Orthis sp.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena sp.
Atrypa reticularis, L. var.
Phacops cf. *Stokesi,* Salt. Mehrere bei der Rytteraker Ziegelei.

Diese Fauna bietet Verschiedenes von Interesse dar. Die Korallen treten in den Vordergrund; unter diesen sind als neue Formen zu nennen *Alveolites Labechei,* Edw. & H. in grossen Kolonien, ferner *Heliolites decipiens,* M'Coy und die feinröhrigen *Cyathophyllum-* und *Cyathophylloides*-Formen, die in reichen, höchst eigentümlichen Formationen auftreten. Ihre feinröhrigen Kolonien müssen grosse Teile des Meeresbodens bedeckt haben, abwechselnd mit *Crotalocrinus*-Wäldern.

Brachiopoden und *Trilobiten* treten gänzlich in den Hintergrund; der Fund eines *Phacops,* der sich am nächsten *Ph. Stokesi,* Salt anschliesst, ist jedoch von Interesse.

7 c β. Die Zone mit Stricklandinia lirata, Sow. oder der obere Korallenkalk.

In der vorhergehenden ausgeprägten roten Schieferzone wird, wie schon erwähnt, der Schiefer oberst grünlich und die feinen Kalkschichten werden dichter und regelmässiger, und es erfolgt somit ein gleichmässiger Übergang zu einer mächtigen Abteilung mit dünnen dichtliegenden, knolligen Kalkschichten und graugrünem Mergelschiefer. Korallen treten hier in noch grösserer Menge auf als in dem unteren Korallenkalk; die dünnen Kalkschichten sind oft vollständig daraus gebildet, und diese Zone kann daher der obere Korallenkalk genannt werden oder, nach einer grossen, charakteristischen *Brachiopode,* die hier zum ersten Mal und in bedeutender Menge auftritt, die Zone mit *Stricklandinia lirata,* Sow.

Weder in diesem noch in dem unteren Korallenkalk sind die Korallen riffbildend aufgetreten, wie solches der Fall ist oberst im Untersilur (5 b) und später im Wenlockkalk. Sie haben sich stets in grossen Mengen auf grossen Strecken des Meeresbodens verbreitet, aber der feine Kalkschlamm scheint sie immer daran gehindert zu haben, grössere Massen aufzubauen. Jedenfalls haben sie, wie man sieht, den wesentlichen Anteil an dem Aufbau der Kalkschichten in dieser Abteilung gehabt. Doch sind diese, oft ganz unregelmässig knolligen Kalkschichten nicht immer von derselben Natur, und die Menge der Korallen wechselt bedeutend in den verschiedenen Vorkomnissen. Der Mergelschiefer ist grau bis graugrün, lose und bröcklig. In einzelnen Niveaus treten *Brachiopoden* in so grossen Mengen auf, dass sie für die Sedimentbildung Bedeutung erhalten, namentlich *Stricklandinia lirata,* Sow. und *Pentamerus oblongus,* Sow. Im oberen Teile findet man reichlicheren Schiefer und dickere Kalkschichten, auch hier mit vielen Korallen. Die Mächtigkeit dieser Abteilung ist nicht so leicht genau zu bestimmen; sie ist jedenfalls 25 m. und kann kaum 30 m. übersteigen. Vorläufig kann man sagen ca. 25 m.

Im Süden tritt diese Zone in einem guten und sehr versteinerungsreichen Profil auf Purkö auf, der kleinen Insel, die gerade Südwest von Storö liegt und bei niedrigem Wasser mit dieser verbunden ist; die Schichten liegen hier in einem schwachen Sattel, und das Profil entblösst ca. 25 m. dieses oberen Korallenkalks sowie dessen Übergang zur nächsten Zone.

Die Zone taucht auf der Nordwestspitze von Storø wieder auf und streicht von hier über Vesleö nach der Ostseite der Rytteraker-

Halbinsel und Bjerketangen. Der seichte Sund, Øiersund, zwischen Storø nnd Rytteraker sowie Løkensletten sind in den Schichtenreihen des *Crotalocrinus*schiefers und dieser Zone ausgegraben.

Sie tritt in der niedrigen Terrasse vor dem Feikaraas auf, wo sie bei der neuen Chaussee nordöstlich von Gjesvold am Steinsfjord gut entblösst ist. Hier senkt sie sich in den Steinsfjord hinab und taucht auf der Westseite von Loretangen, innerst in der seichten Bucht zwischen Loretangen und Stein. wieder auf. Von hier aus geht sie als niedrige Terrasse in das Ultvedtdal hinauf. Die Zone verliert sich bei Rødhaugmyren, ist aber bei den Ultvedt-Höfen wieder entblösst; in diesem nördlichen Teil habe ich keine besonders guten Profile gesehen.

Ich habe aus dieser Zone folgende Formen gesammelt;

Stromatoporen. Allg.
Halysites escharoides, Lam. Allg.
Favosites Gotlandicus, L, Allg.
Favosites Hisingeri. Edw. & H. Allg.
Favosites nov. sp. Sehr allg., besonders im oberen Teil.
Pachypora cristata, Blum.
Alveolites Labechei,, Edw. & H. Oft in Mengen.
Propora tubulata, Lonsd.
Propora reticulata, Ldm. Allg.
Plasmopora scita, Edw. & H.
Plasmopora stella, Ldm.
Heliolites parvistellus, F. Röm. Sehr allg.
Heliolites fasciatus, Ldm.
Heliolites interstinctus, L. Allg.
Columnaria fascicula, Dyb.
Pholidophyllum tubulatum, Schl.
Zaphrentis vortex, Ldm.
Zaphrentis sp. Allg.
Palaeocyclus porpita, L. Selten oberst.
Dinophyllum involutum, Ldm.
Cyathophyllum sp.
Cystiphyllum sp.
Coenites sp.
Orthis calligramma, Dalm. var. *Davidsoni,* Vern.
Orthis sp. cf. *elegantula,* L.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Atrypa reticularis, L.

Meristella cf. *tumida,* Dalm.
Stricklandinia lirata, Sow. Sehr allg. in einem oberen Niveau, wo sie ganze Schichten bildet; auch weiter hinab.
Pentamerus oblongus, Sow. *Mut. Gotlandicus,* Leb. In einzelnen Schichten in grosser Menge.
Spirifer plicatellus, Dalm. Selten, oberer Teil.
Actinoceras sp. Oberst.
Illaenus Brøggeri, Kiær (nov. sp.).
Bumastus sp. Unbestimmbares Fragment.
Phacops cf. *Stokesi,* Salt. Selten.
Bronteus platyactin, Ang. Prachtvolle Exemplare in dem obersten Teil.

Diese Fauna bietet besonders viel von Interesse. Viele der Korallen sind verschieden von denen, die in dem unteren Korallenkalk auftreten. Besonders muss ein eigentümlicher neuer *Favosites* sp. hervorgehoben werden, der sehr allgemein ist, sowie mehrere stark spezialisierte *Heliolitiden,* die auf diese Zone beschränkt sind, nämlich *Propora reticulata,* Ldm. und *Heliolites fasciatus,* Ldm. Sie sind wichtig für die Parallelisierung mit Gotland, von wo Lindström sie beschrieben hat. Auch *Plasmopora scita,* Edw. & H. und *stella,* Ldm., scheinen hauptsächlich hier aufzutreten. Mehrere der *Rugosen* sind auch interessant, unter andern der kleine hübsche *Palaeocyclus.*

Von *Brachiopoden* treten mehrere besonders wichtige Formen auf. *Pentamerus oblongus,* Sow., tritt reichlich auf mit seiner letzten Mutation, einer mit besonders langem Septum versehenen Form, die dem von Gotland beschriebenen *Pentamerus Gotlandicus,* Leb., am nächsten entspricht. Hier ist auch das Niveau für *Stricklandinia lirata,* Sow., nach der die Zone genannt ist. Sie findet sich besonders zahlreich in dem oberen Teil, wo sie ganze Schichten bilden kann. Diese grosse, für unsere Silurfauna neue Form ist für diese Zone in mehreren der obersilurischen Gebiete leitend und ist besonders wichtig für den Vergleich mit dem Obersilur anderer Länder.

Auch die *Trilobiten* weisen interessante Formen auf, von denen speziell *Bronteus platyactin,* Ang., hervorgehoben werden muss. Er ist in dem obersten Teil nicht allgemein, aber ich habe ihn in besonders schönen Exemplaren gefunden.

7 c γ. Die Zone mit dem oberen roten Crotalocrinusschiefer.

Über der *Stricklandinia lirata*-Zone findet sich eine neue schieferreiche Abteilung, die sich am besten zum Oberen Llandovery rechnen lässt.

Der einzigste vollständige Schnitt, den ich von dieser obersten Zone gefunden habe, ist auf der Westseite von Purko; hier ist er längs dem Ufer ausgezeichnet entblösst.

1. Über den knolligen Kalkschichten der vorigen Zone lagern zunächst dickere und gleichmässigere Kalkschichten, die sehr bald in einen grüngrauen Mergelschiefer in 3—50 cm. dicken Zonen übergehen, abwechselnd mit ebneren Kalkschichten und Kalkknollenschichten in einer Dicke von 2—10 cm. Der Schiefer tritt zonenweise reichlicher auf. Die Mächtigkeit ist ca. 20 m. *Atrypa reticularis*, L., tritt als Tierformation in vielen Kalkschichten auf. Sonst ist die Fauna arm.

   Von hier sind gesammelt worden:

   Halysites escharoides, Lam. Sehr allg.
   Favosites sp.
   Heliolites sp.
   Zaphrentis sp.
   Orthis sp.
   Strophomena euglypha, Dalm.
   Strophomena Walmstedti, Ldm.
   Atrypa reticularis, L., in ganzen Schichten.
   Illaenus Brøggeri, Klær (nov. sp.). Fragmente.
   Encrinurus sp.

   Dieser untere Teil schliesst sich der vorhergehenden Zone eng an.

2. Jetzt folgen grüner und roter Schiefer in wechselnden Zonen. Oberst ist der rote alleinherrschend; im Schiefer finden sich dünne kalkreichere Zonen, meist ganz feine Kalkknollen, die sich auf der verwitterten Oberfläche als hellere knollige Bänder zeigen. 10 m. Hier sind lange weisse Stiele von *Crotalocrinus* allgemein, dieselbe Form wie in dem unteren *Crotalocrinus*schiefer.

   Die Fauna ist hier:

   Crotalocrinus sp. S. allg.; oft finden sich lange Stiele, aber keine Kronen sind gefunden.
   Heliolites sp.
   Columnaria sp.

Atrypa reticularis, L. Kleine Varietät.
Cyrtia exporrecta, Wahl. Selten.
Spirifer plicatellus, Dalm. Selten.
Orthoceras sp., allg. in schlechten Exemplaren.

3. Auf den roten Schiefer folgt wiederum graugrüner Schiefer mit 2—4 cm. dicken Kalkknollenschichten in einem Abstande von 5—10 cm., 5—6 m. mächtig. Der Schiefer zeigt Neigung zu konkretionären Bildungen. Die Fauna scheint sehr arm zu sein; nur ein *Receptaculites* sp. wurde gefunden.

Hierüber kommen dicke Platten von feinem Kalksandstein mit einzelnen dünnen Schieferzonen. Unterst eine 50 cm. dicke Platte. Man kommt hier deutlicherweise in eine neue Faciesentwickelung, die sich in den Wenlockschiefer fortsetzt. Die Grenze zwischen Llandovery und Wenlock scheint daher am richtigsten hier gezogen werden zu müssen, wo diese dicken Kalksandsteinschichten anfangen. Faunistisch lässt sich eine genaue Grenze nicht bestimmen, da die Fauna in den Übergangsschichten äusserst sparsam ist.

Ich fasse hier also unter der Bezeichnung die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*schiefer eine ca. 35 m. mächtige Abteilung zusammen, bestehend aus graugrünen Mergelschiefern mit Kalkschichten und Kalkknollenschichten in dem unteren und oberen Teil und rotem *Crotalocrinus*schiefer mit ganz dünnen Kalkknollen in dem mittleren Teil.

Die Facies des unteren *Crotalocrinus*schiefers kehrt hier bis zu einem gewissen Grade zurück, aber die Fauna ist im übrigen verschieden. Mehrere *Brachiopoden* wie *Cyrtia exporrecta*, Wahl, und *Spirifer plicatellus*, Dalm., var. *radiata*, deuten an, dass die Zone eine Übergangszone zu der folgenden grossen Etage ist. Bei einer so armen Fauna wie diese ist es jedoch schwer zu entscheiden, was auf Faciesentwickelung beruht und was auf einer wirklich geologischen Entwickelung der Fauna.

Diese oberste Zone des Llandovery findet sich auf der nordwestlichen Seite von Storø wieder, wo sie durch die Querverwerfungen, die Storø durchschneiden, in östlicher Richtung verschoben wird, bis sie beim „Skrædderplads" in den Øiersund hinausgeht. Sie findet sich am Ufer unterhalb Feikar wieder und ist auch auf dem Hofplatz selbst sichtbar, ist aber weiter nach Norden auf der niedrigen Terrasse vor dem Feikaraas nicht entblösst. Ich habe sie erst gerade westlich von Loretangen wiedergefunden, von wo aus sie aufwärts nach Lore zu streicht. Weiter nördlich im Ultvedtdal habe ich sie nicht entblösst gesehen.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

Wenlock besteht auf Ringerike aus einer 130—140 m. mächtigen Schichtenfolge; der untere mächtigere Teil wird aus Schiefern und Platten von feinem Kalksandstein gebildet; nach oben finden sich auch Schichten aus sandigem Kalk. Der obere Teil besteht aus einer kalkreichen Schichtenfolge. in welcher stellenweise reine Korallenriffkalke auftreten. Diese beiden Teile können Wenlockschiefer und Wenlockkalk genannt werden. Die folgenden Zonen können unterschieden werden:

8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl ca. 70 m.

8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. und *Leperditia Hisingeri*, Schm. (*Forma typica*) ca. 45 m.

8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm., oder der Wenlockkalk . . . 4—25 m.

8 d. Die Zone des dunklen schiefrigen Kalkes mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) . . . . 2—12 m.

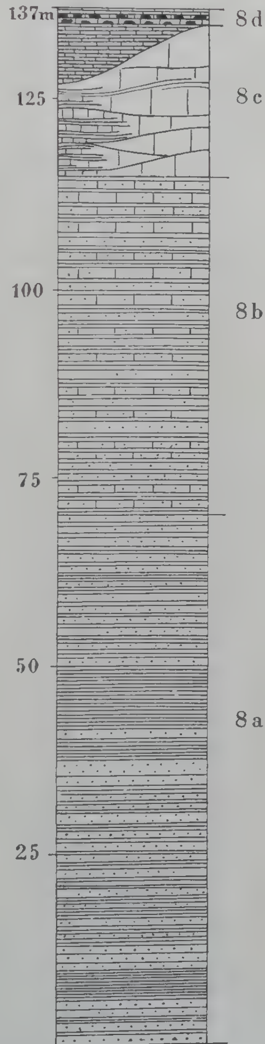


Fig. 17. Schematisches Profil durch das Wenlock. 1 : 1000. Im 8d ist die *Stromatoporen*-Formation durch schwarze Punkte angedeutet.

Wenlock hat auf Ringerike eine bedeutende Verbreitung. Am weitesten nach Süden findet man ihn an den scharfen Falten im Silur bei Næs und Sønsterud teilnehmen; er bildet den wesentlichsten Teil von Geitø und Skurvø und baut den grössten Teil der schönen Storø auf; er liegt hier in einem Sattel und in einer Mulde, die die ganze Insel von WSW.—ONO. durchstreichen. Auf Storø fängt der zweite grosse obersilurische Escarpment an, der hauptsächlich aus der Wenlockabteilung gebildet wird. In der steilen NW.-lichen Escarpmentseite sind unterst die Abteilungen des Wenlockschiefers, oberst der Wenlockkalk entblösst, oft zusammen mit den Schichten der Zone 8 d, die teilweise

als harte Kalke entwickelt sein können. In der schwächer sich neigenden SO.-Seite des Escarpments findet sich dann das unterste Ludlow. Dieser Wenlock-Escarpment streicht über den NW-Teil von Storø und kommt in dem nördlichen Teil des Feikaraas wieder hervor, wo er stark von Verwerfungen zerteilt ist. Bragsø, mit ihren glänzenden Profilen, bildet eine gesunkene Fortsetzung dieser Schichten. Darauf steigt der Escarpment wieder im Loreaas, östlich von Stein, hinauf. Auf der Ostseite von Loreaas wird er von einer Grabenversenkung durchschnitten, die in NS-licher Richtung nach dem Hof Lore zu einschneidet. Der Escarpment setzt sich dann auf der Ostseite des Ultvedtdal in ganz typischer Weise fort und wird von zahlreichen Querverwerfungen durchschnitten, ganz wie es für den Escarpment des *Pentamerus*kalkes geschildert worden. Auch hier finden sich mehrere interessante Profile; die besten aber hat man im südlichen Teil.

8 a. Die Zone mit Cyrtia exporrecta, Wahl.

Diese unterste Zone ist am besten auf Storø und Purkø entblösst. Auf der Westseite von Storø kann man die Schichtenfolge ganz vom Llandovery bis zum Wenlockkalk studieren (Fig. 18). Die untersten Schichten (ca. 20 m.) sind jedoch auf der Nordwestseite von Purkø besser entblösst.

Indem man diese beiden Profile kombiniert, erhält man folgende Schichtenreihe für diese Zone:

1. Über dem graugrünen Schiefer mit Kalkknollenschichten oberst im Oberen Llandovery kommen dicke Platten von feinem Kalksandstein mit einzelnen dünnen Schieferzonen. 5—6 m.
2. Graugrüner, stenglig verwitternder Schiefer, der unregelmässig schiefrig ist. Ca. 4 m.
3. Dicke (ca. 30 cm.) Platten aus feinem, hartem Kalksandstein. 2—3m.
4. Graugrüner Schiefer in bis 60 cm. dicken Zonen, wechsellagernd mit Platten aus feinem Kalksandstein. 3—4 m.
5. Feine Kalksandsteinplatten in einer Dicke von 2—11 cm., wechselnd mit grüngrauem Tonschiefer in ca. 25 cm. dicken Zonen. 4—5 m.

   Diese Abteilungen sind auf Purkø entblösst, während sie auf Storø (längs der Westseite) überdeckt sind. Hier ist jedoch der rote *Crotalocrinus*schiefer gut entblösst, so dass die Profile dadurch verbunden werden können.

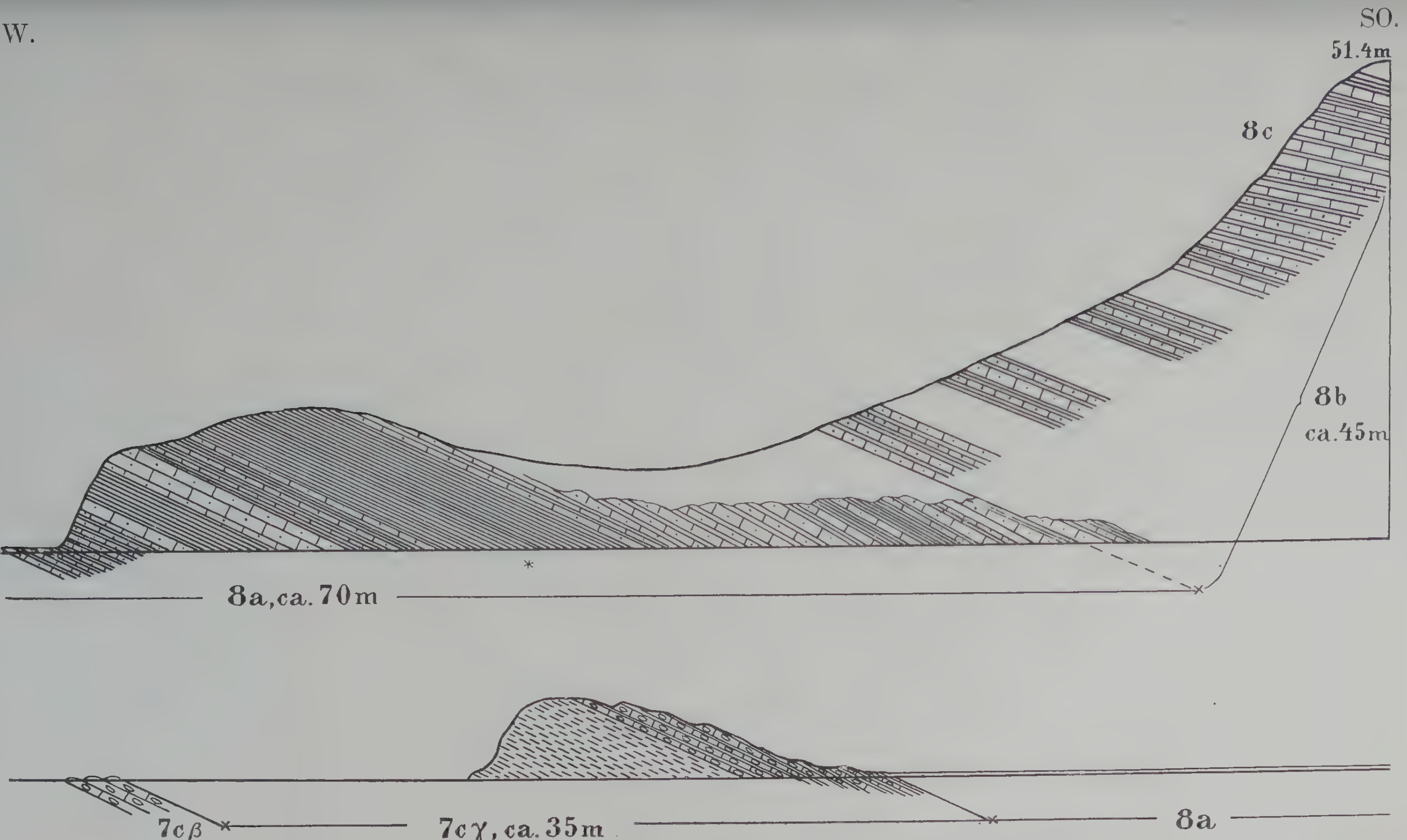


Fig. 18. Profil durch den unteren Teil des Wenlocks (8 a—b) auf der Westseite von Storø. * der fossilienreiche Schieferhorizont in der Zone 8 a. Der untere entblösste Teil von 7 cγ ist der obere rote *Crotalocrinus*schiefer. Nivellement von Ing. O. Large.

6. Über den Schichten in 5 lagern dickere oder dünnere Platten desselben feinen Kalksandsteins; in der Regel spärlicher Schiefer, der doch hin und wieder reichlicher wird; ca. 17 m. Oberst finden sich 3.5 m. mit sehr dicken Kalksandsteinsschichten. Die obersten 13 m. dieser Schichten sind in einer hervorspringenden Landzunge zusammen mit den beiden folgenden Abteilungen ausgezeichnet entblösst.
7. Graugrüner Schiefer in dicken Zonen, wechsellagernd mit bis 35 cm. dicken Platten aus Kalksandstein. 4 m.
8. Graugrüner, etwas unregelmässiger Schiefer. 9 m. Teilweise ist diese Abteilung sehr versteinerungsreich.
9. Graugrüner Schiefer, abwechselnd mit Platten aus feinem Kalksandstein in dünneren, nach oben zu dickeren Schichten (3--12 cm.) 20 m. Hierüber fängt eine neue Fauna an aufzutreten, und man kommt hier somit in eine neue Zone hinein.

Es zeigt sich also, dass diese Zone aus einer ca. 70 m. mächtigen Schichtenreihe besteht, die aus grüngrauem Tonschiefer und Platten (ebene Schichten) aus feinem, hartem Kalksandstein aufgebaut ist. Der Schiefer ist zonenweise sparsam und reichlicher. Es scheinen sich 3 mächtigere Schieferzonen zu finden — die Abteilungen 2, 4 und 7—8. Von diesen sind die beiden unteren nur 3—4 m. mächtig, die obere dagegen ca. 12 m, von denen die oberen 9 m. aus Schiefer ohne Kalksandsteinschichten bestehen der mit * bezeichnete Schieferhorizont im Profil (Fig. 18). Der Schiefer ist hier etwas kalkhaltig und teilweise sehr versteinerungsreich. Im übrigen ist diese Schichtenreihe sehr versteinerungsarm. Die Kalksandsteinplatten haben oft eine besonders feine schieferbedeckte Oberfläche, die verschiedene Arten von verzweigten Spuren aufweisen kann.

In dem fossilienführenden Horizont sind die Fossilien oft sehr gut erhalten. Besonders hat Münster von hier reine Prachtstücke von *Trilobiten* gesammelt. Die Fauna setzt sich in folgender Weise zusammen:

Receptaculites sp. Kleine Form, Skurvø.
Zaphrentis sp. Allg.
Cystiphyllum sp. Fragment.
Monticulipora sp., in kleinen runden Kolonien. Allg.
*Crinoiden*stielglieder.
Orthis elegantula, Dalm. Allg.
Strophomena euglypha, Dalm. Allg.
Strophomena Walmstedti, Ldm.

Strophomena rhomboidalis, W. Allg.
Leptaena transversalis, DALM. Allg.
Atrypa reticularis, L. var. Sehr allg., teilweise in Mengen.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY. Allg.
Meristella sp.
Cyrtia exporrecta, WAHL. Sehr allg.
Spirifer plicatellus, DALM. Allg.
Pterinea sp.
Ambonychia sp.
Kleine unbestimmbare *Gastropoden*.
Orthoceras und *Cyrthoceras* in Fragmenten.
Phacops Stokesi, SALT. (= *4-lineatus*. ANG.) Allg.
Encrinurus laevis, ANG. Allg.
Calymene tuberculata, BRÜNN.

Die charakteristischsten Formen sind:

Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY.
Atrypa reticularis, L. var.
Cyrtia exporrecta, WAHL.
Spirifer plicatellus, DALM.
Phacops Stokesi, SALT.
Encrinurus laevis, ANG.

Alle diese kommen allgemein vor, teilweise (*Atrypa*) in Menge. Hier ist der eigentliche Horizont für *Cyrtia exporrecta*, WAHL, nach der die Zone benannt ist. Sie findet sich freilich schon zu oberst in Etage 7, ist aber dort selten. Auch *Phacops Stokesi*, SALT. kommt in anderen Zonen nicht so allgemein vor wie hier. Sowohl diese als auch *Encrinurus laevis*, ANG. sind hier in ungewöhnlich wohl erhaltenen, ganzen Exemplaren gefunden worden.

Einsammlungen in diesem versteinerungsreichen Horizont wurden besonders auf der Westseite von Storø vorgenommen, woher das Profil stammt, auf der Südküste und auf Skurvø. Ein guter Schnitt findet sich gleichfalls auf der Nordseite von Storø, östlich vom „Skrædderpladsen".

Der übrige Teil der Zone ist ungewöhnlich versteinerungsarm; in dem untern Teil habe ich nur *Favosites Forbesi*, EDW. & H. in kleinen Kolonien (Abteilung 5 auf Purkø) gefunden.

8 b. Die Zone mit Chonetes sp. und Leperditia Hisingeri, Schm.

Über der *Cyrtia exporrecta*-Zone liegt eine ca. 45 m. mächtige Schichtenreihe, die aus Platten desselben feinen Kalksandsteins wie früher, aus spärlichem, graugrünem Schiefer und Schichten mit reinerem Kalk besteht, die oft besonders versteinerungsreich sind; besonders werden diese allgemein im obersten Teil. Im Gegensatz zu der vorhergehenden Zone ist der Schiefer hier also versteinerungsleer, während die Versteinerungen in Schichten von hartem, sandigem Kalk auftreten.

In dem Profil auf der Westseite von Storø ist diese Zone schlecht entblösst, wenn schon sich ihre unteren und oberen Grenzen bestimmen lassen. Besser entblösst ist sie auf der Südseite von Storø, wo sich ein ausgezeichneter Versteinerungsfundort gerade westlich vom Wenlockkalke (8 c) findet. Ein anderer vorzüglicher Fundort ist Bragsø im Steinsfjord. Sie ist übrigens an einer Menge von Stellen unter dem Wenlockkalk in dessen Escarpment entblösst, und da sie weniger schieferreich ist als die vorhergehende, beteiligt sie sich fast immer an dem steilen Absturz des Escarpments, während die *Exporrecta*-Zone mehr überdeckt und von der Erosion ausgegraben ist.

In mehr überdecktem Terrain ist die Grenze zwischen diesen Zonen natürlich oft unmöglich zu bestimmen, weshalb ich sie auf der Karte habe zusammenschlagen müssen.

Die Fauna ist besonders oberst sehr reich und enthält viele sehr charakteristische Formen:

Monograptus priodon, Bronn. Ein einzelnes Exemplar in Kalkstein im obersten Teil, auch in Kalksandsteinschichten.
Palaeocyclus porpita, L. In Mengen.
Discopora rhombifera, F. Schm.
Ptilodictya cf. *dichotoma*, Portl. Allg.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena corrugatella, Sow.
Strophomena Walmstedti, Ldm. Allg.
Chonetes sp. Kleine, gewölbte Form, die wohl am nächsten mit *Ch. striatella*, Dalm., verwandt, aber doch eine distinkte Form zu sein scheint. Sehr allg.
Atrypa reticularis, L. Grosse Var. Sehr allg.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'Coy.
Stricklandinia lirata, Sow. Selten im oberen Teile (Bragsø).
Glassia obovata, Sow. In mehreren Schichten in grossen Mengen, u. a. in der obersten Schicht auf der Südseite von Storø.

Spirifer plicatellus, DALM. Fragment.
Tentaculites sp. Selten.
Cornulites sp. Fragment.
Loxonema sp. Mehrere Fragmente.
Turrilepas sp. Sehr interessantes, vollständiges Exemplar im unteren Teil der Zone (Uldtvedtaas).
Leperditia Hisingeri, SCHM. *Forma typica*. Allg.
Primitia sp.
Beyrichia sp. Sehr allg.
sp. sp. Allg.
Phacops cf. *Stokesi*, SALT.
Proetus sp.
Encrinurus laevis, ANG.

Diese Fauna ist in vielen Beziehungen merkwürdig. Der Fund eines *Monograptus priodon*, BRONN. ist höchst interessant und für die Parallelisierung von Wichtigkeit. Die kleine Koralle *Palaeocyclus porpita*, L. kommt schon selten vor in dem obersten Teil des Llandovery, aber hier ist ihr eigentlicher Horizont in dem norwegischen Obersilur. Sie findet sich oft in grossen Mengen auf der unteren Seite der Kalkplatten, und ihre äusserst zierlichen, runden, scheibenförmigen Skelette wittern oft aus und hinterlassen hübsche Abdrücke.

Die *Brachiopoden*fauna ist bemerkenswert.

Von *Strophomenen* ist *Strophomena Walmstedti*, LDM. ganz allgemein in grossen Exemplaren. Hier ist auch der rechte Horizont für *Chonetes* sp. und *Glassia obovata*, SOW. Letztere ist zuweilen formationsbildend. Besonders erstere ist äusserst charakteristisch für den oberen Teil des Wenlock. Höchst merkwürdig ist der Fund von *Stricklandinia lirata*, SOW., einer Form, die sonst für den oberen Korallenkalk im Oberen Llandovery leitend zu sein scheint.

Unter den *Crustaceen* muss ich *Leperditia Hisingeri*, SCHM. (*Forma typica*) hervorheben. Sie ist für diese Zone sehr charakteristisch.

Von Wichtigkeit scheint auch *Encrinurus laevis*, ANG. zu sein. Nach zweien der wichtigsten Formen kann diese Abteilung die Zone mit *Chonetes* sp. und *Leperditia Hisingeri*, SCHM. genannt werden. Es ist eine leicht erkennbare Zone, die sich in den meisten unserer obersilurischen Gebiete wiederfindet.

8 c. **Die Zone mit Rhynchonella cuneata, Dalm. oder der Wenlockkalk.**

Diese oberste Zone der Wenlocketage hat auf Ringerike eine sehr variierende Faciesentwicklung; bald tritt sie als regelmässige reine Kalkschichten und Mergelschiefer, bald als vollständige Korallenriffkalke, bald als eine Mischung von beiden auf. Auch die Mächtigkeit variiert stark.

Ich werde im folgenden einzelne Profile durchgehen, die für diese Facies typisch sind.

1. Faciesentwicklung als reine Kalkschichten und Mergelschiefer.

Auf der Südseite von Storø findet sich ein ausgezeichneter Schnitt, der diese Facies (Fig. 19 d) illustriert. Zu oberst in der vorhergehenden Zone liegt eine sandige Kalkschicht voll von *Glassia obovata*, Sow. und *Chonetes* sp. Direkt hierüber reine Kalkschichten und Mergelschiefer.

Die Kalkschichten sind 2—8 cm. dick und bestehen aus grauem, mehr oder weniger krystallinischem Kalk, und es finden sich gewöhnlich 2—3 cm. Schiefer zwischen den Schichten. Die Mächtigkeit dieser Abteilung beträgt hier nur 4 m. Unmittelbar darüber folgt ein grauschwarzer, schiefriger Kalk, der bisweilen einen schwach rötlichen Schimmer hat. Dieser gehört zu einer Übergangsabteilung zwischen Wenlock und Ludlow, scheint aber aus Gründen, die später erörtert werden sollen, am richtigsten als die oberste Wenlockzone gerechnet werden zu müssen. Die Zone 8 c scheint hier also nur 4 m. mächtig zu sein; die Kalkschichten sind sehr versteinerungsreich.

Die Fauna setzt sich aus folgenden Formen zusammen:

Favosites Forbesi, Edw. & H. Selten.
Heliolites interstinctus, L. Allg.
Cyathophyllum cf. *angustum*, Lonsd. In Mengen.
Cyathophyllum sp. Kleine Form.
Diplotrypa sp. Kleine runde Kolonien. S. allg.
Ptilodictya lanceolata, Goldf. Allg.
Helopora sp. Sehr allg.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg.
Strophomena Loveni, Vern. Allg.
Strophomena corrugatella, Dav. Selten.
Atrypa reticularis, L. In Mengen, zum Teil in sehr grossen Exemplaren.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'Coy.

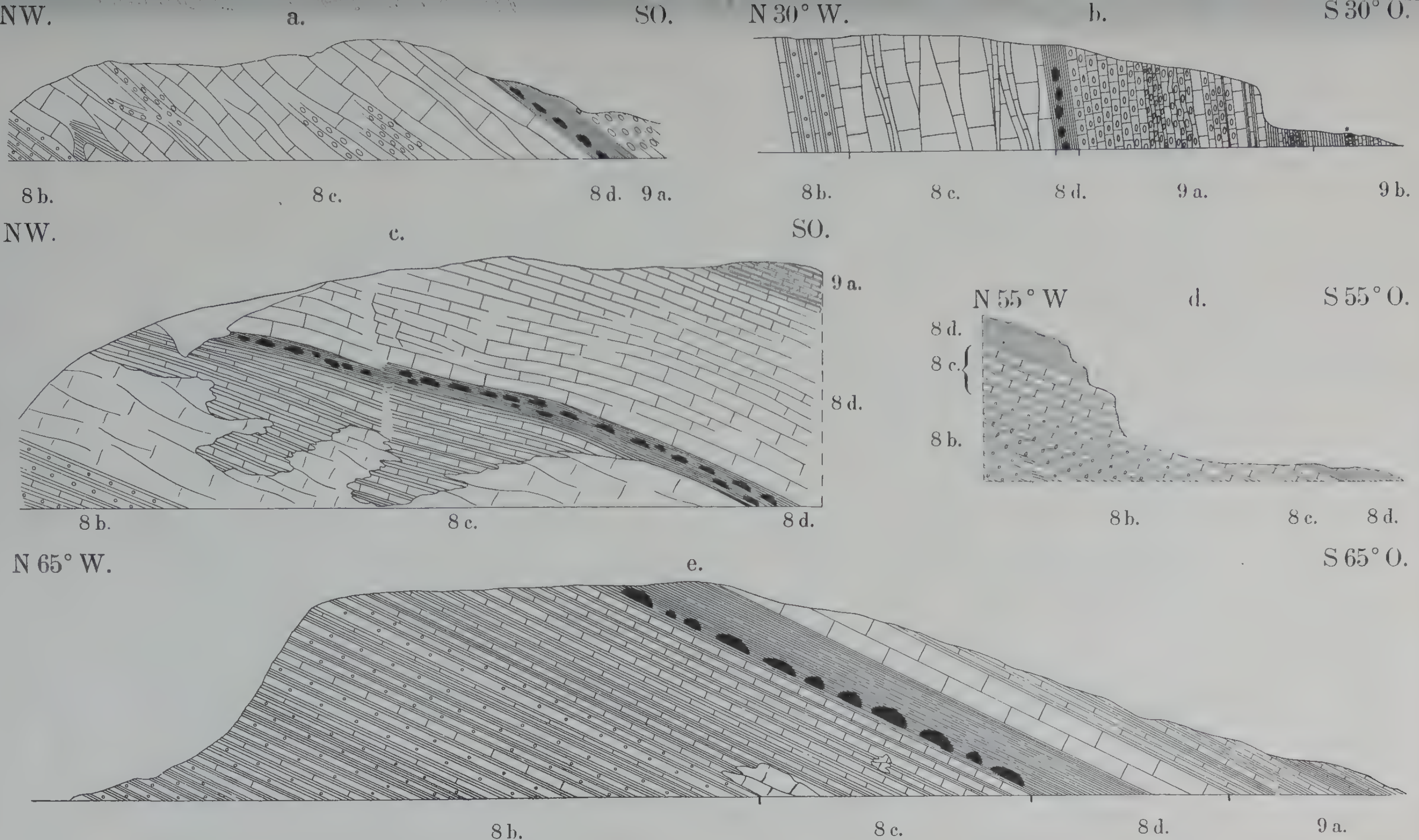


Fig. 19. 5 Profile durch den oberen Teil des Wenlocks auf Ringerike. 1 : 600.
a. Von der Westseite der Geitø. b. Von der Ostspitze der Geitø. c. Die Steilwand auf der Westseite der Bragsø, zum Vergleich mit Fig. 20.
d. Von der SO-Seite der Storø. e. Schematisches Profil durch den NO-lichen Teil der Bragsø.
In 8 d ist die Stromatoporen-Formation durch schwarze Körperchen angedeutet.

Rhynchonella cuneata, Dalm. Allg. Grosse Expl,
Spirifer crispus, His. Selten.
Spirifer plicatellus, L. Allg,
Proetus sp.
Calymene sp.
Encrinurus laevis, Ang. Allg.

Die Fauna erhält ihr Gepräge durch das reiche Auftreten von *Atrypa reticularis*, L. in einer sehr grossen Varietät und durch das riesenmässige *Cyathophyllum* (cf. *angustum*, Lonsd.). Dies kann eine Länge von wenigstens 60 cm. und eine Dicke von 6 cm. erreichen und liegt in grosser Anzahl in den Schichten.

An anderen Stellen tritt eine ähnliche Facies auf, aber ohne die grossen *Cyathophyllen*, so z. B. östlich von „Geiteryggen" bei dem alten Fahrweg zwischen Ødegaard und Gjesvold. Der alte Weg geht hier über den Feikaraas und östlich vom Wege sind hier 8 c entblösst als versteinerungsreiche graue Kalkschichten, in denen gefunden wurden:

Fenestella sp. In Mengen.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg.
Strophomena Loveni, Vern. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Glassia obovata, Sow. In Mengen.
Pterinea cf. *planulata*, Conr. Mehrere Exemplare.

Zu dieser Facies gehört auch die Entwicklung von 8 c, die auf der Nordseite von Bragsø in dem südlichen Teil des Steinsfjords ausgezeichnet entblösst ist.

Diese Insel, die eine Fortsetzung von dem Escarpment des Feikaraas bildet, hat ganz vortreffliche Schnitte von oberem Wenlock und unterem Ludlow. Selbst innerhalb der Grenzen dieser kleinen Insel zeigt 8 c bedeutende Variation. An der Nordspitze tritt die Zone als reiche *Cyathophyllum*-Facies auf. Die Kalkschichten (4—5 cm. dick) bestehen aus grauem, dichtem Kalk, der wenig Fossilien führt mit Ausnahme des riesigen *Cyathophyllum*; diese treten aber in grosser Menge auf. Es ist hier sozusagen eine reine *Cyathophyllum*-Formation. Der Schiefer ist ein grauer Mergelschiefer und findet sich oft in 10—12 cm. dicken Zonen zwischen den Kalkschichten.

Folgende Formen wurden von dieser Stelle eingesammelt:

Favosites sp.
Heliolites interstinctus L.
Heliolites sp. Verzweigte Form.

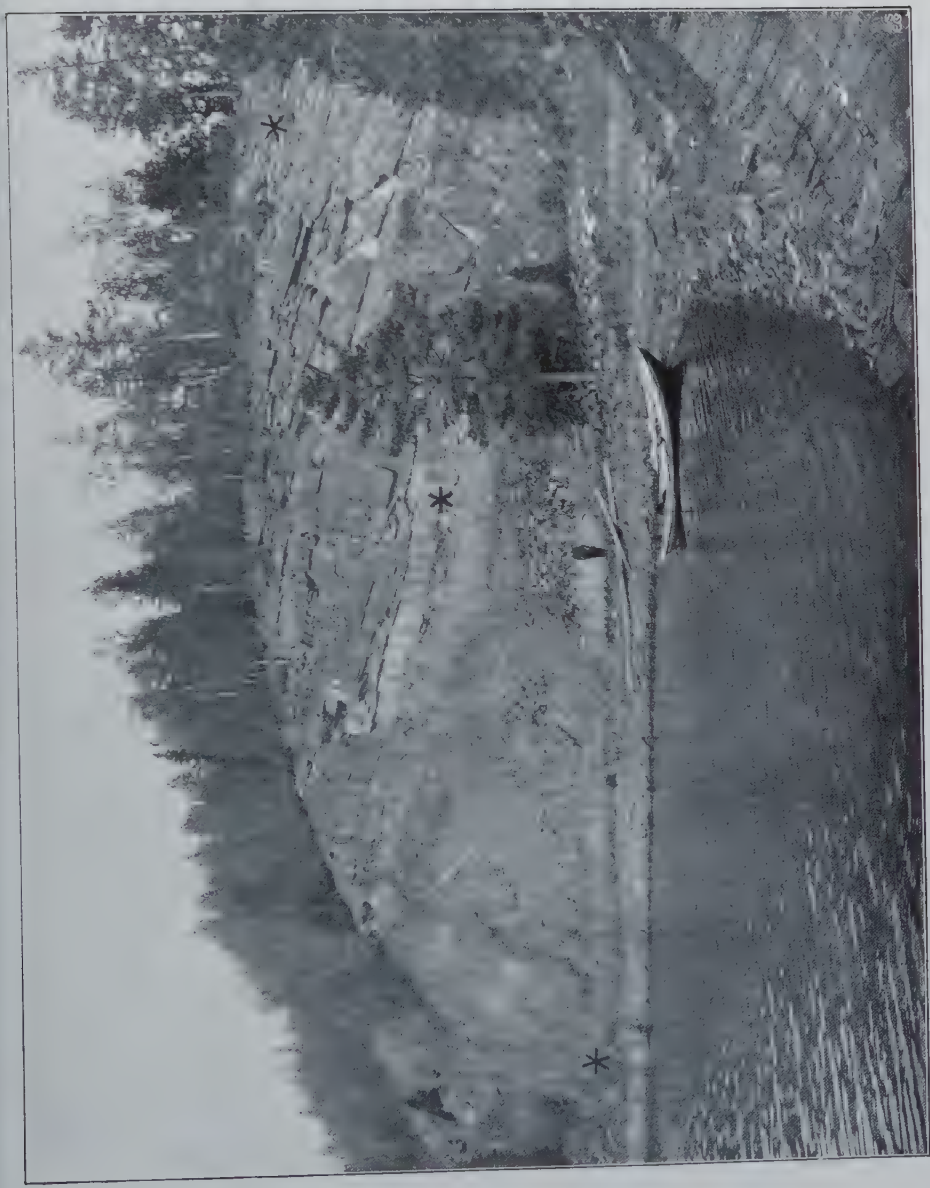


Fig. 20. Profil durch die Zonen 8b—9a auf der Westseite von Bragsø (sieh Fig. 19c, Pag. 77). Der untere Stern bezeichnet die untere Grenze der Zone 8c, der mittlere Stern den unteren Teil der Zone 8d (dunkler, schiefriger Kalk mit Stromatoporen). Hierüber liegen die dicken Kalkbänke des oberen Teils der Zone 8d und bei dem oberen Stern beginnt die Zone 9a.

Nach einer Photographie des Verfassers.

Halysites sp.
Pholidophyllum tubulatum, SCHL.
Ptychophyllum patellatum, SCHL.
Cyathophyllum sp. cf. *angustum*, LONSD. In grossen Mengen und oft in riesigen Exemplaren.
Rhynchonella cuneata, DALM.
Pterinea cf. *planulata*, CONR. Selten.

Keine dieser Formen ist allgemein, ausgenommen *Cyathophyllum*. In diesem Schnitt sieht man ganz kleine Korallenriffbildungen, die auf der Westseite der Insel eine bedeutende Entwickelung zeigen. Die Zone 8 c ist hier auf der Nordseite von Bragsø ganze 10 m. mächtig. (Siehe Fig. 19 e).

2. Korallenriff-Facies.

An anderen Stellen findet man anstatt der eben geschilderten Faciesentwickelung einen wirklichen Korallenkalk, der eine Mächtigkeit von wenigstens 25 m. erreichen kann.

Ein ausgezeichnetes Profil durch 8 c in dieser Faciesentwickelung findet sich auf der Ostseite der Bucht, die Geitø in einen östlichen und einen westlichen Teil teilt (Fig. 19 a). Zwischen der Zone 8 b und dem unteren Ludlow sieht man hier eine mächtige Kalkablagerung von ca. 25 m. Mächtigkeit. Dicke, kompakte, unregelmässig geschichtete Kalkbänke wechseln mit unregelmässig eingelagerten, rasch auskeilenden Partien von Schiefer oder knolligen Kalkschichten. Der Kalk ist entweder ein gräulicher, dichter Kalk oder krystallinisch; entweder ist er voll von Korallen, die oft schlecht erhalten sind, oder er ist ein crinoidenreicher Fragmentkalk. Eine ähnliche Entwickelung findet sich auf der Ostspitze von Østre Geitø; hier ist er jedoch nicht so mächtig, nur ca. 19 m. Ausgezeichnet entblösst und sehr versteinerungsreich ist dieselbe Facies auf Vintergututangen, der Nordostspitze von Storø. Die dicken Korallenbänke liegen hier schwach gefaltet.

Von dieser Facies kann ich folgende Formen anführen:

Stromatoporen.
Halysites catenularius, L. Allg.
Favosites Hisingeri, EDW. & H. Allg.
Favosites sp.
Pachypora cristata, BLUM.
Thecia Swinderenana, GOLDF.
Syringopora bifurcata, LONSD. Allg.
Heliolites interstinctus, L. Allg.

Omphyma sp.
Ptychophyllum (*Columnaria*) *Naesianum*, Kjerulf. Allg. in grossen Kolonien.
Cyathophyllum articulatum, His. Allg.
Acervularia ananas, L. Allg.
Crotalocrinus sp. Sehr grosse Stielglieder, oft sehr allg.
Fenestella sp.
Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Coenites repens, L. Oft in Mengen.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Strophomena corrugatella, Sow.
Strophomena Loveni, Vern. Allg.
Rhynchonella nucula, Sow. (?).
Rhynchonella cuneata, Dalm.
Spirifer crispus, His. Selten.
Leperditia gregaria, Kies. Allg. oberst an der nordöstl. Landzunge von Geitøen.
Encrinurus laevis, Ang.

Eigentlich riffbildend sind *Favositiden* und *Stromatoporen*; auch *Halysites, Thecia, Syringopora* und die koloniebildenden *Rugosen* spielen eine bedeutende Rolle.

3. Mischung von Korallenriff-Facies und der Facies mit regelmässigen Kalkschichten und Schiefer.

Ein sehr hübsches Beispiel einer Entwickelung der Zone 8 c als eine Mischung der beiden früher beschriebenen Facies ist das Profil auf der Westseite von Bragsø (Fig. 19 c und 20). Es geht hier eine kleine Bucht hinein zwischen dem grösseren nordöstlichen und dem kleineren südwestlichen Teil der Insel. Auf der Ostseite dieser Bucht ist die Schichtenreihe zu einem ausgezeichneten Profil durchschnitten. Zu unterst in 8 c findet sich hier Korallenriffkalk in dicken, unregelmässigen Bänken, die in dem unteren Teil des Profils anscheinend die Mächtigkeit der ganzen Zone einnehmen, in dem oberen dagegen nach oben zu in regelmässige Kalkschichten und Schiefer mit *Cyathophyllum* übergehen. Die beiden Facies greifen unregelmässig ineinander, so wie ich es auf dem Profil darzustellen versucht habe. Über 8 c folgt hier ein dunkler schiefriger Kalk in einer Mächtigkeit von 2—2.5 m., voll von mächtigen *Stromatoporen* und anderen Korallen. Die Zone 8 c ist hier ca. 12 m. mächtig.

Oberst in 8 c habe ich hier und weiter in N. bei Lore den seltenen *Illaenus postremus*, Kler (nov. sp.) gefunden; auf der letzten Stelle trat er in Gesellschaft mit *Bronteus polyactin*, Ang. auf.

In dem südwestlichen Teil der Bragsø ist der Korallenkalk noch mehr alleinherrschend und die Zone etwas weniger mächtig (8—9 m.).

Die Korallenriff-Facies habe ich nicht an vielen Stellen gefunden; ausser den genannten Stellen (Østre Geitø, Vintergututangen, Bragsø teilweise) habe ich sie nur in dem mittleren Teil des Feikaraas und in dem nördlichen Teil des Loreaas gesehen. Sie findet sich ferner in schöner Entwickelung zwischen Sønsterud und Oreløkken beim Holsfjord. Es scheinen mehrere isolierte Korallenriffe vorhanden gewesen zu sein, umgeben von grösseren Strecken mit regelmässig abgelagerten Kalkschichten und Schiefer. Im Ultvedtdal habe ich an mehreren Stellen reiche *Cyathophyllum*schichten gefunden. Die Faciesentwickelung mit regelmässigen Kalkschichten und Schiefer ist nicht überall gleich versteinerungsreich; an einzelnen Stellen erscheint sie ganz versteinerungsarm und *Cyathophyllum* kann auch fehlen, wird sich aber in der Regel doch finden lassen, meistens in grossen Mengen.

8 c tritt auf der Karte so deutlich hervor, dass ihre Verbreitung nicht näher erklärt zu werden braucht; ihre Farbe gibt durch das ganze obersilurische Gebiet den Wenlockescarpment an, und nur in dem südlichen Teil findet sie sich durch die Faltung wiederholt. Ihr eigentümlicher Verlauf östlich vom Loreaas rührt von der interessanten Grabenversenkung her, die sich hier findet, und die in der Einleitung (Pag. 33) erwähnt worden ist.

Die Fauna ist, wie meine Faunalisten zeigen, in den verschiedenen Facies ziemlich verschieden, hat aber doch mehrere charakteristische Formen. Die wichtigsten von diesen sind:

Strophomena Loveni, Vern.
Rhynchonella cuneata, Dalm.
Spirifer plicatellus, L.
Pterinea cf. *planulata*, Conr.
Encrinurus laevis, Ang.

Strophomena Loveni, Vern. und *Pterinea* cf. *planulata*, Conr., habe ich im norwegischen Obersilur nur in dieser Zone gefunden, allgemeiner ist jedoch *Rhynchonella cuneata*, Dalm., die sowohl in älteren

und jüngeren Zonen selten ist. Ich habe daher diese Form gewählt, um die Zone zu bezeichnen. Der Wenlockkalk ist die entsprechende Zone in England, aber da 8 c nur an einzelnen Stellen als Korallenriffkalk entwickelt ist, lässt sich diese Bezeichnung nicht allein anwenden.

Von der übrigen Fauna müssen mehrere Korallen hervorgehoben werden, die hier zum ersten Male auftreten:

Thecia Swinderenana, GOLDF.
Cyathophyllum articulatum, WAHL.
Acervularia ananas, L.

Sie gehören alle zu Typen, die dem oberen Teile des Obersilurs angehören. *Syringopora bifurcata*, LONSD., tritt mehr allgemein auf als in den vorhergehenden Korallenhorizonten. Alle diese gehören zu der Korallenfauna des Korallenriffs. Auch in der andern Facies sind Korallen allgemein und zwar vor allen anderen das prächtige *Cyathophyllum*, das ganz formationsbildend auftritt. Schichten, voll von den bis 60 cm. langen Skeletten dieser mächtigen Einzelkoralle sind, wenn sie gut entblösst sind, eine höchst interessante Erscheinung und bilden eine der eigentümlichsten Tierzonen im norwegischen Obersilur.

Bemerkenswert ist auch das häufige Vorkommen von grossen Stielgliedern, die *Crotalocrinus* angehören; sie finden sich hier in Korallenriff-Facies.

Illaenus postremus, KIÆR (nov. sp.) und *Bronteus polyactin*, ANG. sind bisher in Norwegen nur in dieser Zone auf Ringerike gefunden worden. Der *Illaenus* ist der letzte dieser Gattung im norwegischen Obersilur.

Schliesslich muss ich den Fund der kleinen zierlichen *Leperditia gregaria*, KIES. in dem obersten Teil der Zone hervorheben. Es ist eine Form, die mit *Lep. phaseolus*, HIS. im mittleren Teil des Ludlow sehr nahe verwandt ist.

Der Übergang von Wenlock zu Ludlow.

Da die oberste Zone des Wenlocks und die unterste des Ludlows in der Regel in denselben Profilen entblösst sind, dürfte es praktisch sein, erst einige typische Profile für diese beiden Zonen durchzugehen.

I. Die Profile auf Bragsø. Die Bragsø, im südlichen Teil des Steinsfjords, dessen ausgezeichneter Schnitt durch den obersten Teil des

Wenlocks bereits erwähnt worden, ist eine ausgezeichnete Lokalität auch für diese Zonen. Auf der Nordostseite der Insel wurde die Schichtenfolge im Detail aufgemessen (Fig. 19 e). Über 8 c, die als regelmässige Kalkschichten und Schiefer mit Mengen des grossen *Cyathophyllum* entwickelt ist, kommt folgende Schichtenfolge:

1. Schwarzgrauer, schiefriger Kalk, 4.8 m. mächtig. Unterst und in einer Höhe von 3—4 m. finden sich in grosser Anzahl *Stromatoporen* in oft mächtigen Stöcken bis zu 1 m. im Durchmesser. Sehr allgemein sind ferner folgende Formen:

   Favosites Forbesi, Edw. & H.
   Pachypora cristata, Blum.
   Syringopora bifurcata, Lonsd.
   Halysites macropora, Eichw.
   Heliolites interstinctus, L.
   Leperditia baltica, His. *Forma typica*. Allg. im oberen Teil.

   Die wichtigsten Formen sind *Stromatopora* sp., *Syringopora* und *Leperditia baltica*.

2. Grauer, etwas krystallinischer Kalk in dicken Bänken, 2.7 m. Dieser Kalk ist sehr versteinerungsarm, nur *Zaphrentis* sp. und *Rynchonella* sp. waren zu sehen.

3. Wechsellagerung von Kalkschichten, blauem, schieferreichem Kalk und graugrünem Schiefer, 6—7 m., womit das Profil hier abgeschlossen wird.

   Die Kalkschichten oft mit reicher Fauna, von der hier eingesammelt wurden:

   Ptilodictya lanceolata, Goldf.
   Ptilodictya sp.
   Helopora sp. Allg.
   Cornulites serpularius, Schl. Allg.
   Strophomena rhomboidalis, W. Allg., teilweise in Mengen.
   Strophomena sp. Allg.
   Chonetes striatella, Dalm. Allg.
   Atrypa reticularis, L. In dem blauen, schiefrigen Kalk.
   Atrypina Angelini, Ldm. Sehr allg., teilweise in Mengen.
   Rhynchonella nucula, Sow. Allg., teilweise sehr allg.
   Rhynchonella cuneata, Dalm.
   Pterinea retroflexa, Wahl. Allg., unterst in einer Schicht in Mengen.
   Orthoceras cf. *imbricatum*, His. Unterst sehr allg.

Proetus sp.
Leperditia baltica, His. Nicht allg.

Die Steilwand auf der Westseite von Bragsø, die bereits mit Bezug auf den Wenlockkalk erwähnt wurde, zeigt ein ganz vorzügliches Profil auch durch diese Zonen, aber die Felsenwand ist leider zu steil, um eine genaue Detailuntersuchung zu ermöglichen (Fig. 20 und das schematische Profil Fig. 19 c). Man sieht hier, dass über 8 c eine 2—2.5 m. mächtige Zone aus schwarzgrauem, schiefrigem Kalk mit Massen von Stromatoporenstöcken folgt. Hierüber liegen dicke, dicht liegende Kalkbänke in einer Mächtigkeit von 8—9 m., sehr versteinerungsarm, und dann folgen dünne Kalkschichten und Schiefer mit reicher Fauna wie in Abteilung 3 des vorhergehenden Profils.

Der südwestliche, niedrigere Teil der Insel, der von dem übrigen Teil durch eine Verwerfung getrennt ist, wodurch der nordöstliche Teil gesunken ist, zeigt dieselben Zonen, ausgenommen die oberen, versteinerungsreichen Kalkschichten und Schiefer, aber die Mächtigkeit ist wieder verschieden. So schätzte ich z. B. hier den schwarzgrauen, schiefrigen Kalk auf 3—4 m. und die dicken Kalkbänke darüber, die an dieser Stelle mit graugrünem Schiefer wechseln, auf 6—7 m.

In den drei Schnitten auf Bragsø variieren also die verschiedenen Abteilungen an Mächtigkeit bedeutend. Eigentümlich für diese Schnitte sind die dicken Kalkbänke über dem schwarzgrauen, schiefrigen Kalk. In keinem der südlicheren Profile habe ich diese Kalkschichten gesehen; erst nördlich vom Steinsfjord habe ich sie an ein Paar Punkten bemerkt.

II. Das Profil von Storø. An der centralen Mulde von Storø beteiligen sich, wie die Karte zeigt, auch dieselben Übergangsschichten, aber sie sind hier schlecht entblösst. Sehr gut entblösst sind sie dagegen auf der südöstlichen Seite des südlichen Sattels längs dem Storøsund. Die Schichten haben hier erst einen Fall von ca. 20° S. 55° O. und bilden dann einen schwachen Sattel, der sich in der Steilwand am schmälsten Teil des Storøsundes zeigt. Unglücklicherweise wird die Schichtenfolge hier von Querverwerfungen (N.—S.) durchschnitten, so dass die Mächtigkeitsbestimmung unsicher wird.

1. Über 8 c, die hier ungewöhnlich wenig mächtig ist, nämlich nur 4 m., folgt ein dunkler, schiefriger Kalk in ein Paar Metern; dieser geht in einen grauschwarzen (auf verwitterter Oberfläche braunschwarzen) spröden Kalk über, der oft ziemlich grobknollig und teilweise sehr reich an grossen *Stromatoporen,* dem grossen

Cyathophyllum, Syringopora bifurcata, Rhynchonella sp., *Atrypa reticularis* und *Leperditia baltica*, His., ist. Die Mächtigkeit beträgt wenigstens 9 m., wahrscheinlich ca. 12 m.

Ich kann folgende Formen von hier anführen:

Favosites Forbesi, Edw. & H.
Pachypora cristata, Blum.
Halysites macropora, Eichw. Sehr allg.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Oft in grossen Mengen.
Cyathophyllum cf. *angustum*, Lonsd. Sehr allg.
Cyathophyllum sp. Kleinere Form.
Dinophyllum involutum, Ldm.
Rhynchonella sphaeroidalis, m'Coy.
Rhynchonella sp. Sehr allg.
Atrypa reticularis, L. Sehr allg. in einer sehr breitrandigen Varietät.
Dinobolus sp.
Helopora sp. Unterst allg.
Schlecht erhaltene *Lamellibranchiaten* und *Gastropoden*.
Actinoceras cf. *imbricatum*, His. Allg.
Orthoceras sp.
Phaetonides rugulosus, Ldm.
Encrinurus laevis, Ang. Allg.
Leperditia baltica, His. Allg. im mittleren Teil.
Beyrichia. Allg.

2. Hierüber lagert eine ca. 16 m. mächtige Schichtenreihe von mehr oder weniger knolligen Kalkschichten und gräulichem Mergelschiefer mit reicher Fauna, von der folgende Formen genannt werden können:

Syringopora bifurcata, Lonsd. Zeigte sich an einer Stelle oberst sehr reichlich.
Dinophyllum involutum, Ldm. Mehrere.
Cornulites serpularius, Schl. Allg., besonders oberst.
Tentaculites ornatus, Sow. Allg. im oberen Teil.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg., teilweise sehr allg.
Strophomena semiglobosa, Dav. Mehrere.
Atrypina Angelini, Ldm. Sehr allg.
Retzia Salteri, Dav. Allg.
Rhynchonella nucula, Sow. Allg., besonders im oberen Teil.
Athyris cf. *laeviuscula*, Sow.
Leperditia baltica, His.

Beyrichia cf. *Klödeni,* M'Coy.
Actinoceras sp.

III. Das Profil auf der Nordostspitze von Geitø. Das Profil geht von Etage 8 b bis in das Ludlow hinauf; die Schichten streichen N. 60°—65° O. und fallen ca. 80° gegen S. 30°—25° O. und sind ausgezeichnet entblösst auf der Nordostspitze und längs der Südostküste. Ich habe den Schnitt schon mit Bezug auf den Wenlockkalk erwähnt, der hier als Korallenriffkalk entwickelt ist, und in dessen obersten Schichten die kleine *Leperditia gregaria,* Kies., ganz allgemein ist. Über dem Wenlockkalk kommt folgende Schichtenreihe (Fig. 19 b):

1. Schwarzgrauer, unregelmässig schiefriger Kalk, 1.8—2 m., mit vielen Korallen, besonders:

   Pachypora cristata, Blum. In Mengen.
   Favosites Gotlandicus, L. Allg.
   Stromatopora sp. Allg.

2. Kalkknollen und knollige Kalkschichten mit graugrünem Schiefer, ca. 10 m. Sehr individuenreiche Fauna, wesentlich aus folgenden Formen bestehend:

   Strophomena rhomboidalis, W. In Mengen.
   Strophomena sp. In Mengen.
   Atrypina Angelini, Ldm. In Mengen.
   Rhynchonella nucula, Sow. Sehr allg.
   Pterinea retroflexa, Wahl. Sehr allg.

3. Hässlicher, rotbrauner Fragmentkalk in dichten Schichten, ca. 1 m.
4. Knollige Kalkschichten und graugrüner Schiefer mit *Atrypina Angelini,* Ldm., ca. 3 m.
5. Fragmentkalk wie in No. 3. 0.9 m.
6. 2—5 cm. dicke, ebene Kalkschichten und graugrüner Schiefer mit *Rhynchonella nucula,* Sow. 0.9 m.
7. 2 Kalkschichten, 19 und 16 cm. dick, mit vielen *Rhynchonella nucula,* Sow.
8. Ganz dünne, ebene Kalkschichten, ca. 1 m.
9. Dichtliegende und etwas dickere Kalkschichten, die nach oben zu knolliger werden, ca. 2 m., worin viele *Rhynchonella nucula,* Sow.
10. 5—6 ebene Kalkschichten, die 3—10 cm. dick sind und mit reichlichem graugrünem Schiefer wechseln, 1.2 m.

Mehrere dieser Kalkschichten sind reine *Beyrichia*-Kalke, besonders eine aus hellgrauem Kalk. Hier fanden sich auch *Lingula* cf., *Symondi*, SALT. und *Rhynchonella nucula*, Sow.

11. 1—3 cm. dicke Kalkschichten, mit 1—2 cm. graugrünem Schiefer wechselnd, 1.75 m. Hier fanden sich:

    Atrypa (?) sp. Allg.
    Beyrichia. Sehr allg.
    Leperditia baltica, HIS. Allg.
    Leperditia phaseolus, HIS. Sehr allg.

12. Dünner und planschiefriger Kalk, 1.3 m.
13. Dichtliegende, unregelmässige Kalkschichten mit Mengen von *Spirifer* sp. Allg. 0.6 m.
14. Dünnschichtiger Kalk, 0.15 m.
15. Dichtliegende Kalkschichten, 0.9 m.

Es lassen sich hier 3 Zonen unterscheiden:

1. Schwarzgrauer, unregelmässig schiefriger Kalk mit Korallen, ca. 2 m.
2. Mehr oder weniger knollige Kalkschichten und graugrüner Schiefer, besonders ausgezeichnet durch das massenhafte Auftreten von *Atrypina Angelini*, LDM., *Strophomena rhomboidalis*, W., *Rhynchonella nucula*, Sow. etc., ca. 20 m. (die Abteilungen 2—10).
3. Dünner und planschiefriger Kalk mit Bänken von dickeren, dichtliegenden Kalkschichten, mit vielen *Beyrichien* und oft Mengen von *Leperditia phaseolus*, HIS. Hier befindet sich auch im unteren Teil eine Bank mit Massen von *Spirifer* sp. Diese Zone ist 4—5 m. entblösst. (Die Abteilungen 11—15).

Nach den hier mitgeteilten Profilen kommt also auf Ringerike über dem Wenlockkalk (8 c) erst eine Zone mit schwarzgrauem, oft schiefrigem Kalk, im allgemeinen reich an *Stromotoporen* und Korallen, darauf eine mit Kalkschichten und graugrünem Schiefer mit reicher *Brachiopoden*fauna, unter der *Atrypina Angelini*, LDM. besonders hervorgehoben werden muss.

Von diesen Zonen, die ich 8 d und 9 a nennen werde, wechselt die erste bedeutend an Mächtigkeit, in derselben Weise wie die oberste Zone, 8 c, der Wenlocketage. In den geschilderten Profilen finden wir in dieser Beziehung folgende Mächtigkeiten:

	Etage 8 c.	Typische Etage 8 d. Schwarzgrauer, oft schiefriger Kalk.	Dicke Kalkbänke, sehr versteinerungsarm.	Typische Etage 9 a.
1. Das Profil auf der Nordostseite von Bragsø . .	10 m.	4.8 m.	2.7 m.	6—7 m. (nicht vollständig).
2. Das Profil auf der Westseite von Bragsø in der Steilwand	12 m.	2—2.5 m.	8—9 m.	
3. Das Profil auf der südwestlichen Seite von Bragsø	8—9 m.	3—4 m.	6—7 m.	
4. Das Profil auf Storø . .	4 m.	9—12 m.		16 m. (unvollst.).
5. Das Profil auf Geitø . .	19 m.	2 m.		20 m.

Man sieht besonders in den beiden letzten Profilen ein sehr bemerkenswertes Verhältnis zwischen der Mächtigkeit von 8 c und 8 d. Wo erstere wenig mächtig ist, schwillt die andere Zone zu einer sehr bedeutenden Mächtigkeit an und umgekehrt. Auch in den Profilen von Bragsø sehen wir dasselbe Verhältnis, hier jedoch teilweise modifiziert. Dies Verhältnis lässt sich wohl in der Weise erklären, dass die Faciesveränderung von 8 c bis zur typischen 8 d zu verschiedener Zeit an den verschiedenen Stellen vor sich gegangen ist. In Übereinstimmung hiermit sind oft die Faunen dieser beiden Zonen in Wirklichkeit nicht sehr verschieden, und der Unterschied, der sich vorfindet, mag hauptsächlich in der verschiedenen Faciesentwickelung begründet sein. So kommt z. B. in dem unteren Teil von 9 a auf Storø das grosse *Cyathophyllum*, das sonst so charakteristisch für 8 c ist, ganz allgemein vor. Der untere Teil von 8 d an dieser Stelle lässt sich sehr wohl gleichzeitig mit dem obersten Teil des Wenlockkalks abgesetzt denken an den Stellen, wo dieser sehr mächtig ist, z. B. auf Geitø.

Ich betrachte daher diese beiden Zonen als teilweise homochron, und fasse die Zone 8 d als die oberste Zone des Wenlocks auf.

Die Zone 8 d muss sonst faunistisch als eine Übergangszone zwischen Wenlock und Ludlow bezeichnet werden.

Nach dieser eingehenden Prüfung der Profile kann ich mich nun mit einer ganz kurzen Rekapitulation der Fauna in 8 d begnügen.

8d. Die Zone mit Leperditia baltica, His. Forma typica.

Schwarzgrauer Kalk, entweder mehr regelmässig oder ganz unregelmässig schiefrig, zuweilen in grobknollige Kalke übergehend und von sehr variierender Mächtigkeit, 2—12 m.

Die Fauna setzt sich aus folgenden Formen zusammen:

Stromatopora sp. In Mengen, oft in gigantischen Stöcken.
Favosites Gotlandicus, L.
Favosites Forbesi, Edw. & H. Allg.
Pachypora cristata, Blum. Oft in Mengen.
Aulopora sp. Auf *Stromatoporen*.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Oft in Mengen.
Halysites catenularia, L.
Halysites macropora, Eichw. Sehr allg.
Zaphrentis sp.
Cyathophyllum cf. *angustum*, Lonsd. Zuweilen sehr allg.
Cyathophyllum articulatum, W. Allg.
Cyathophyllum sp.
Dinophyllum involutum, Ldm.
Heliolites interstinctus, L. Allg.
Heliolites sp. Verzweigte Form. Allg., teilweise in Mengen. (Sønsterud).
Spirorbis sp. Allg. auf *Stromatoporen*.
Ceramopora cf. *labecula*, Hall. Allg. auf *Stromatoporen*.
Helopora sp. Allg.
Coenites repens, L. An einigen Stellen in Mengen.
Rhynchonella sphaeroidalis, m'Coy.
Rynchonella sp. Sehr allg.
Atrypa reticularis, L. Breitrandige Var. Sehr allg.
Dinobolus sp.
Schlechte *Gastropoden* und *Lamellibranchiaten*.
Actinoceras cf. *imbricatum*, His. Allg.
Orthoceras sp.
Encrinurus laevis, Ang.
Phaetonides rugulosus, Ldm.
Leperditia baltica, His. *Forma typica*. Allg. im oberen Teil.
Beyrichia sp. cf. *Klödeni*, m'Coy. Allg. im oberen Teil.
Primitia sp. Allg. Storø.

Die Korallen treten in dieser Zone oft in grosser Menge auf, bilden aber keine Korallenriffe. Besonders eigentümlich ist die *Stromatoporen*-

formation, die besonders schön auf Bragsø sichtbar ist. Die einzelnen Stöcke können metergross werden. Sie scheinen auf Storø besonders in einem oberen Horizont der Zone aufzutreten; der untere Teil der Zone 8 d auf dieser Stelle kann mit dem oberen Teil des Riffkalks und der *Cyathophyllum*-Schichten in anderen Lokalitäten (Bragsø und Geitø) als homochron betrachtet werden. Wie schon erwähnt, findet sich das grosse *Cyathophyllum* auf Storø in grosser Menge in der Zone 8 d. Unter den *Brachiopoden* muss eine *Rhynchonella* sp. mit zahlreicheren und feineren Rippen als *Rhynchonella nucula*, Sow. hervorgehoben werden; sie kann leicht mit dieser verwechselt werden.

Die *Crustaceen*fauna weist mehrere interessante Formen auf:

Encrinurus laevis, Ang., tritt zum letzten Mal auf — es ist eine Wenlockform, die jetzt ausstirbt. Die kleine *Phaetonides rugulosus*, Ldm., ist dagegen eher eine Ludlowform, die sich hier zum ersten Mal findet.

Sehr wichtig ist *Leperditia baltica*, His. Sie findet sich hier zahlreich in der typischen Form, die früher von Gotland und Esthland beschrieben worden ist. Sie ist in Norwegen sonst sehr charakteristisch für das Ludlow und tritt in mehreren Mutationen auf. Ich habe daher 9 a die Zone mit *Leperditia baltica*, His., *Forma typica*, genannt. Hervorzuheben ist auch die grosse *Actinoceras* sp.

Diese Zone ist in faunistischer Beziehung eine Übergangszone zwischen Wenlock und Ludlow; an einigen Stellen muss ihr unterer Teil als homochron mit den obersten Schichten des Wenlockkalks angesehen werden.

Auf der Karte ist sie mit 9 a zusammengeschlagen und muss also der Farbe des Wenlockkalks zunächst gesucht werden. Ich habe sie nachgewiesen auf Geitø, auf der Südseite von Storø, auf dem Feikaraas bei Geiteryggen, auf Bragsø und an mehreren Stellen in dem nördlichen ungefalteten Gebiet. Auf Loretangen scheint sie sehr schwach entwickelt zu sein. Im Obersilur bei Sønsterud und Næs ist sie sehr gut am Ufer zwischen Sønsterud und Oreløkken zu sehen; sie ist hier teilweise sehr korallenreich und eng mit 8 c verbunden.

IV. Ludlow (Etage 9).

Ludlow bildet auf Ringerike eine ca. 255 m. mächtige Schichtenfolge, die aus wechselnden schieferreichen und kalkreichen Abteilungen besteht. Sie geht oben ohne Diskordanz in die Schichten des devonischen Sandsteins über. Ich habe hier die folgenden Zonen unterschieden:

9 a. Die Zone mit *Atrypina Angelini*, Ldm. oder die untere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. . . . . ca. 20 m.
9 b. Die Zone mit den reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. und *Spirifer crispus*, His. oder die untere Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. . . . . ca. 20 m.
9 c. Die Zone mit sparsamer auftretenden *Leperditia phaseolus*, His. oder die obere Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. . ca. 70 m.
9 d. Die Zone mit *Spirifer elevatus*, Dalm., *Leperditia baltica*, His. und *Monticuliporen*bänke, aber ohne *Chonetes striatella*, Dalm. ca. 55 m.
9 e. Die Zone mit dem *Chonetes*kalk oder die obere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. . . . . 36—38 m.
9 f. Die Zone mit dem *Favosites*kalk . . . . . . 21.75—22.60 m.
9 g. Die Zone mit *Leperditia norvegica*, Kiær (nov. sp.) ca. 30 m.

Nächst dem Oberen Llandovery nimmt gewiss das Ludlow das grösste Gebiet der obersilurischen Etagen auf Ringerike ein. Es besteht, wie erwähnt, aus wechselnden Abteilungen mit Kalkschichten, knolligen oder ebenen, und Abteilungen mit Schiefer. Der Schiefer ist im mittleren, die Kalkschichten im unteren und oberen Teil vorherrschend, doch erst im oberen Teil finden sich mächtigere Abteilungen dichter Kalkschichten, die durch ihren Widerstand gegen die Erosion in der Landschaft stärker hervortreten können. Die Ludlowlandschaft besteht daher, wie man in dem nördlichen, ungefalteten Teil des obersilurischen Gebietes sieht, aus kleinen Längsrücken und dazwischen liegenden Versenkungen; letztere werden in dem mittleren, schieferreichen Teil breiter und werden im Ostsüdost von einem etwas grösseren Höhenrücken begrenzt, der eine niedrige Escarpmentbildung der mächtigeren Kalkzüge im oberen Ludlow vertritt.

Die Verbreitung dieser Etage tritt auf der Karte sehr deutlich hervor, indem sie zwischen der scharf hervortretenden Zone des Wenlockkalks und dem devonischen Sandstein liegt. Sie bildet südlichst einen wesentlichen Teil des Silurfeldes bei Næs und Sønsterud (ausserhalb

der Kartengrenze); Utø besteht ausschliesslich aus ihrem mittleren Teil, während ihr unterer Teil an dem Aufbau der östlichen Teile von Geitø und Storø teilnimmt. Wir treffen darauf die Etage in dem kompliziert gebauten Feikaraas wieder, wo ihr oberster Teil durch

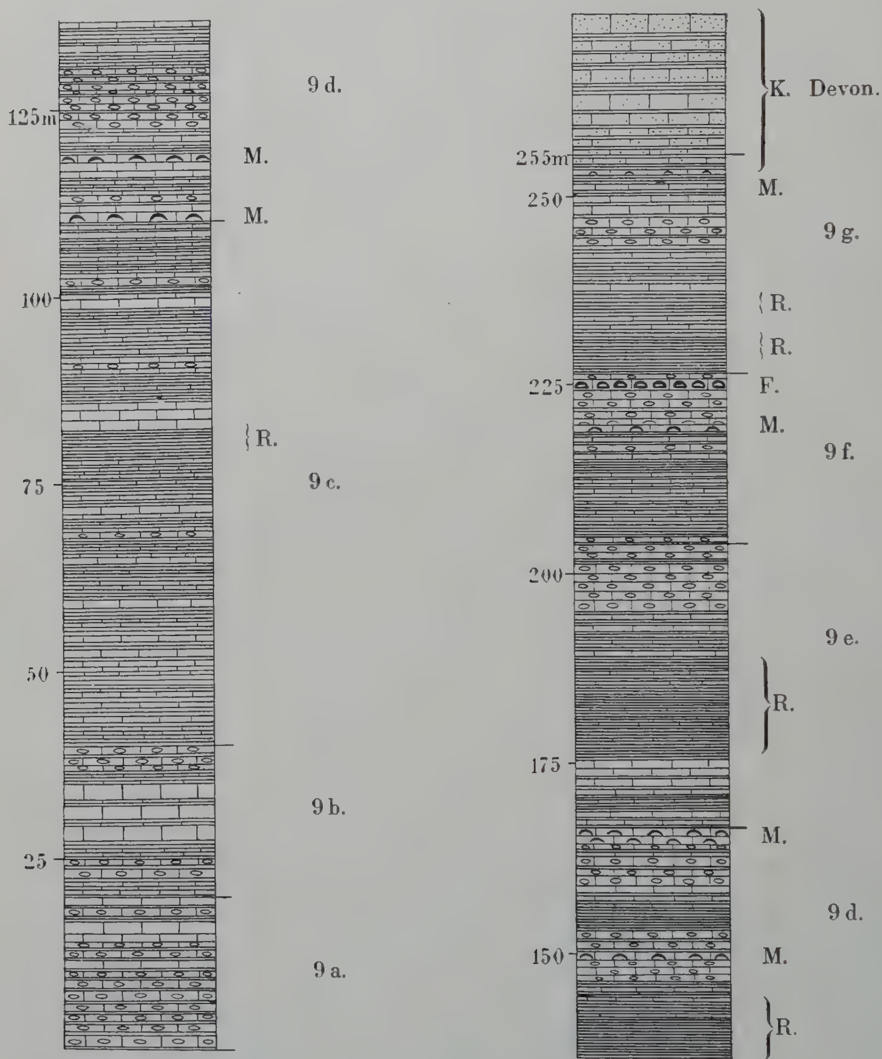


Fig. 20. Schematisches Profil durch das Ludlow. 1 : 1000.
M. *Monticuliporenbänke.* F. Die Bank mit *Favosites* etc. K. Kalksandstein und roter Schiefer. R. Roter und rötlicher Schiefer.

grosse Längsverwerfungen verdoppelt wird. Hier ist auch die Grenze gegen den devonischen Sandstein vorzüglich entblösst. Auf Bragsø liegt dann wiederum die unterste Ludlowzone ausgezeichnet entblösst. Die Fortsetzung der Etage wird nun von dem Steinsfjord gedeckt, und nur ihre obersten Zonen ragen in den nördlichen Inseln auf

(besonders auf Hærø), bis sie auf dem nordwestlichen Ufer des Fjords zwischen Loretangen und Sandviken wieder auftaucht. Von hier aus erstreckt sich dann das Ludlow aufwärts in NNO.-licher Richtung. Längs der Küste finden sich hier ausgezeichnete Profile, die von grosser Bedeutung sind, während das innere Land ziemlich überdeckt ist.

Die Einteilung der Ludlowetage bietet grössere Schwierigkeiten als die vorhergehenden Etagen. Besonders hier auf Ringerike sind die Faunen im mittleren und oberen Teil arm und einförmig, und Verwerfungen erschweren in höherem Grade als früher die genaue Bestimmung der Schichtenfolge. Dagegen sind freilich nirgends im Kristianiagebiete die verschiedenen Teile des Ludlow in so guten Schnitten entblösst wie hier, mit vollständigen Übergängen sowohl vom Wenlock als auch zum Devon. Für das richtige Verständnis dieser Etage ist Ringerike daher von der allergrössten Bedeutung.

9a. Die Zone mit Atrypina Angelini, Ldm. oder die untere Zone mit Chonetes striatella, Dalm.

Über 8d mit ihrem leicht erkennbaren schwarzgrauen, schiefrigen Kalk kommen mehr oder weniger knollige Kalkschichten und graugrüner Mergelschiefer mit reicher *Brachiopoden*fauna. Hin und wieder tritt blauer, schiefriger Kalk auf, der arm an Versteinerungen ist, und Fragmentkalk in dicken Schichten. Die wichtigsten Profile durch diese Zone 9a, die unterste des Ludlows, habe ich schon unter der Behandlung der obersten Wenlockzone geschildert (Pag. 82). Ich weise speziell auf das Profil durch die Ostspitze der Geitø hin, das die vollständige Schichtenfolge dieser Zone gibt (Pag. 85). Die Gesamtmächtigkeit dieser Zone beträgt ca. 20 m. Ich muss bemerken, dass ich die dicken, versteinerungsarmen Bänke, die in einer Mächtigkeit von 2.7—9 m. auf Bragsø unterhalb der typischen Zone 9a liegen, als den obersten Teil der Zone 8d ansehe (Pag. 88—89).

Ich habe in 9a folgende Formen gefunden:

Syringopora bifurcata, Lonsd. Oberst, Storø.
Dinophyllum involutum, Ldm. Storø.
Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Ptilodictya sp.
Helopora sp. Allg.
Cornulites serpularius, Schl. Allg.
Tentaculites ornatus, Sow. Allg. im oberen Teil, Storø.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg., teilweise in Mengen.

Strophomena sp. Allg., teilweise sehr allg.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Chonetes striatella, Dalm. Oft allg.
Atrypa reticularis, L.
Atrypina Angelini, Ldm. Sehr allg., teilweise in Mengen.
Retzia Salteri, Dav.
Rhynchonella nucula, Sow. Allg., teilweise sehr allg.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Grosse Varietät.
Athyris laeviuscula, Sow.
Pterinea retroflexa, Wahl. Allg., teilweise in Mengen.
Actinoceras cf. *imbricatum*, His. Allg., in einzelnen Schichten.
Proetus sp.
Leperditia baltica, His. *Forma typica*. Nicht besonders allg.
Beyrichia cf. *Klödeni*, m'Coy. Allg.

Diese Zone hat oft eine ausserordentlich individuenreiche Fauna, und da die Fossilien gut erhalten sind, ist sie eine der hübschesten Zonen im Obersilur von Ringerike. Die *Brachiopoden* treten am stärksten hervor; mehrere von ihnen bilden ganze Tierformationen, jedoch keine einzelne Form, sondern mehrere zusammen. So ist z. B. eine Formation, wesentlich aus *Strophomena rhomboidalis*, W. und *Atrypina Angelini*, Ldm. gebildet, allgemein. Von besonderer Bedeutung ist das Erscheinen von *Chonetes striatella*, Dalm. in der typischen grossen Form; aber während diese noch allgemeiner höher hinauf im Ludlow vorkommt, findet sich auf Ringerike *Atrypina Angelini*, Ldm. ausschliesslich hier, verleiht der Fauna der Zone ihr Gepräge und lässt sich als ihre charakteristischste Form ansehen. *Rynchonella nucula*, Sow. tritt hier sehr zahlreich in ihrer typischen Form auf und setzt sich dann durch die ganze Ludlowetage fort.

Hervorgehoben werden muss auch die grosse *Actinoceras*, die hin und wieder ganz allgemein ist, die schöne *Pterinea retroflexa*, Wahl., die zuweilen vollständig formationsbildend ist, und die kleine zierliche *Tentaculites ornatus*, Sow., deren feine nadelförmige Skelette in dem oberen Teil der Zone zuweilen die Oberfläche der Kalkschichten bedeckt.

Leperditia baltica, His., ist nicht so allgemein wie in der vorhergehenden Zone; aber sie tritt auch hier in der typischen Form auf.

Diese Zone nimmt ein nicht unbedeutendes Gebiet auf Ringerike ein. Sie bildet sozusagen die schwächer neigende Südostseite (und Ostseite) des Escarpments des Wenlockkalks ganz von Storø bis nördlichst in dem ungefalteten Gebiete nördlich vom Steinsfjord. Sie findet

sich demnächst ausgezeichnet entblösst auf der Südostseite bei dem schmälsten Teil des Storøsundes und in dem nordöstlichen Teil von Geitø. Die Schnitte hier und auf Bragso sind ausführlich besprochen. Ein ausgezeichneter Schnitt findet sich ausserdem auf Loretangen; weiter in Nordost ist die Zone überall, wo ich sie gesehen habe, mehr oder weniger überdeckt.

Die mittleren Zonen des Ludlows.

Über die versteinerungsreiche Zone 9 a folgt eine ca. 235 m. mächtige Schichtenreihe mit wechselndem Schiefer und Kalkabteilungen, die wiederum von den roten Schiefern und Sandsteinbänken unterst in dem devonischen Sandstein überlagert sind.

Die Entzifferung dieser mächtigen Schichtenreihe hat mir grössere Schwierigkeiten bereitet als irgend ein anderer Teil des Obersilurs, weil Fauna und Faciesentwickelung jetzt in hohem Grade einförmig werden. Die Bestimmung der einzelnen kleineren Abteilungen wird hier oft schwierig und die Mächtigkeitsbestimmung teilweise unsicher, weil man so wenig Stützpunkte hat, um die Grösse der vorkommenden Verwerfungen festzustellen.

Im oberen Teil kommen jedoch zwei Abteilungen mit knolligem Kalk vor, die leicht wiederzuerkennen sind und daher vortreffliche leitende Niveaus bilden. Die unterste dieser beiden Abteilungen ist ca. 10 m. mächtig mit dichtknolligem Kalk, der ausser einigen andern Fossilien *Chonetes striatella*, DALM. enthält. Diese Form habe ich nur hier und in der Zone 9 a gefunden. Ca. 15 m. über diesem *Chonetes*-kalk lagert eine neue, 6.5—7.8 m. mächtige Abteilung wesentlich mit knolligem Kalk; oberst in dieser findet sich eine ca. 1 m. mächtige knollige Kalkbank, die mit feinröhrigen *Favositiden*, zweigigen *Monticuliporen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen vollgepfropft ist. Diese Abteilung nenne ich den *Favositeskalk*.

Mit Hilfe dieser leicht erkennbaren Kalkabteilungen lässt sich diese mächtige Schichtenreihe in zwei Teile mit sicheren Grenzen teilen, eine untere zwischen der *Angelini*-Zone (9 a) und dem *Favositeskalk* und eine obere, weniger mächtige, zwischen dem *Favositeskalk* und dem roten Sandstein (Devon). Hier in diesem Abschnitt werde ich nun den unteren, ca. 205 m. mächtigen Teil behandeln.

Es zeigte sich bald, dass es notwendig war, einzelne Profile so detailliert als möglich aufzugehen, wenn man hoffen sollte, diese Schichtenreihe zu entziffern. Hierzu eigneten sich zwei gute Profile in dem

nördlichen Gebiet, nämlich das Profil durch die Landzungen bei Skjørvold und das Profil auf Hærø, beide in dem nördlichen Teil des Steinsfjords.

Ich teile im folgenden die Aufmessung der Schichtenreihe in diesen beiden Profilen mit. Das Profil bei Skjørvold ist am genauesten aufgemessen, indem hier eine Detailkarte im Massstabe von 1 : 5000 aufgenommen wurde, und das Profil selbst genau nivelliert ist. Das Profil auf Hærø kann keinen Anspruch auf völlig so grosse Genauigkeit machen; hier ist nur Messband und Metermass benutzt worden.

Das Profil durch die Landzungen bei Skjørvold.

Die hier zu besprechende Schichtenfolge des mittleren Ludlows streicht in den Steinsfjord hinaus, zwischen den Pachthöfen Framdal und Brastad. Die geologischen Verhältnisse treten auf der Detailkarte 1:5000 (Karte II) deutlich hervor und bedürfen deshalb hier keiner näheren Erklärung. Die mächtigeren Kalkabteilungen bilden kleine Landzungen, in denen die Schichten ausgezeichnet entblösst sind, und erstrecken sich in NNO.-licher Richtung als Höhenrücken, während die Schieferabteilungen als seichte Buchten und Versenkungen zwischen den Höhenrücken ausgegraben und deshalb weniger gut aufgeschlossen sind. Auf diese Weise ist diese unregelmässige Küstenlinie entstanden. Ungefähr in der Mitte liegt der Hof Skjørvold, nach dem die Landzungen genannt sind.

Die kritische Stelle in diesem Profil ist in der zweiten Bucht von Westen. Hier schneidet jedenfalls eine grössere Verwerfung durch; sie hat eine NNW.—SSO.-liche Richtung und ist wahrscheinlich die Fortsetzung der Verwerfung durch den Wenlockescarpment bei Tolpinrud und Hanserud. Das östliche Stück ist stark gesunken.

Wahrscheinlich geht eine andere kleinere gleich westlich von dieser, wie auf der Karte angedeutet ist. Die Verwerfung bei Brastad fällt ausserhalb dieses Profils.

Ich gebe im folgenden die Schichtenfolge an, indem ich auf das Profil (Profiltafel III) und die Karte hinweise. Die Buchstaben, womit die einzelnen Abteilungen bezeichnet sind, wird man auf der Karte und dem Profil wiederfinden. Die Meterzahlen sind überall die berechneten vertikalen Mächtigkeiten der Abteilungen.

a) Kalkabteilung, oben mit einer 1 m. dicken Korallenbank, 6.10 m. (Der *Favositeskalk.*)

1) 0.50 m. Knollige Kalkschichten.

2) 1.00 m. Knollige Kalkschichten mit Mengen von *Favosites,* zweigigen *Monticuliporen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen.

3) 1.00 m. Dichtknollige Kalkschichten.

4) 2.00 m. Knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer, besonders in der Mitte; in No. 3—4 *Rhynchonella nucula,* Sow., *Spirifer elevatus,* Dalm., *Leperditia baltica,* His. und *Modiolopsis.*

5) 1.60 m. Dichtknollige, dickere Kalkschichten.

b) Schieferabteilung, 14.50 m. (?).

6) 9.50 m. Überdeckt, wahrscheinlich meistens schieferreiche Schichten; vielleicht ist jedoch etwas vom obersten zur ersten Kalkabteilung zu rechnen.

7) 1.25 m. Knollige Kalkschichten mit sparsamem Schiefer, oberst mit reichlicherem Schiefer.

8) 1.50 m. Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

9) 1.25 m. Dichtknollige Kalkschichten (wahrscheinlich ist No. 9 im Profil durch Verwerfung wiederholt).

10) 1.00 m. Dünne knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

c) Kalkabteilung mit *Chonetes striatella,* Dalm., 9.2 m. (Der *Choneteskalk*).

11) 8.50 m. Dichtknollige Kalkschichten, reich an *Rhynchonella nucula,* Sow., *Spirifer elevatus,* Dalm., *Chonetes striatella,* Dalm., und *Leperditia baltica,* His., auch *Pterinea retroflexa,* Wahl. Im obersten Teile einige (ca. 0.5 m.) mehr ebene, *Chonetes*-reiche Schichten.

12) 0.20 m. Dünne Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

13) 0.50 m. Dicke, ebene, dichtliegende Kalkschichten.

d) Schieferabteilung, 28.70 m.

14) 0.30 m. Ebene Kalkschichten und Schiefer.

15) 2.20 m. Graugrüner Schiefer, unten rötlich.

16) 15.40 m. Überdeckt, wahrscheinlich wesentlich Schiefer und dünnschiefriger Kalk.

17) 3.25 m. Roter Schiefer.

18) 1.75 m. Dünne, wesentlich schiefrige Kalkschichten.
19) 3.30 m. Roter Schiefer.
20) 0.30 m. Knollige Kalkschichten.
21) 2.20 m. Überdeckt, wahrscheinlich schieferreiche Schichten.

e) Kalkabteilung, 8.20 m.

22) 1.80—2.00 m. Kalkbänke mit zweigigen *Monticuliporen* und mit einigen Schieferschichten; hier auch ganz allgemein *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., und *Leperditia baltica*, His.
23) 1.50 m. Überdeckt, wahrscheinlich Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.
24) 2.40 m. Dichtliegende, knollige Kalkschichten mit einzelnen *Rhynchonella nucula*, Sow., *Leperditia baltica*, His.
25) 1.00 m. Teilweise knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.
26) 1.30 m. Dicke, dichtliegende Kalkschichten.

f) Schieferabteilung, nur in einer Mächtigkeit von 1.50 m. entblösst.

27) 1.50 m. Schiefer und dünnschiefriger Kalk, oben mit 3 dickeren, ebenen, teilweise weissgeprickelten Kalkschichten.

Hier folgt in dem Profil eine grössere Verwerfung nach einer NNO.—SSW.-lichen Verwerfungslinie, durch welche das NO.-liche Stück stark eingesunken ist. Hierdurch wird ein Teil der wahren Schichtenfolge in diesem Profil verborgen; dieser hier fehlende Teil kann durch das Profil auf Hærø suppliert werden.

g) Schieferabteilung und überdeckt, wahrscheinlich mit einer Verwerfung.

28) 5.50 m. Überdeckt.
29) 1.70 m. Roter Schiefer.
30) 3.00 m. Graugrüner Schiefer.

Zwischen No. 30 und 32 ist wahrscheinlich eine neue Verwerfung.

31) 9.20 m. Überdeckt.
32) 1.00 m. Graugrüner Schiefer und dünnschiefriger Kalk.
33) 3.20 m. Überdeckt.
34) 0.80 m. Bank mit zweigigen *Monticuliporen*.

h) Abteilung mit schiefrigem Kalk, dickeren Kalkschichten und einer *Orthoceren*-Bank. 12.25 m.

35) 0.50 m. Schiefrige Kalkschichten.
36) 1.50 m. Dickere Kalkschichten, in der Mitte dünnschiefrig.
37) 2.00 m. Dünnere Kalkschichten und Schiefer.
38) 0.70 m. Dickere Kalkschichten und Schiefer.
39) 3.00 m. Dünnere Kalkschichten und Schiefer mit *Beyrichien* und einzelnen *Leperditia phaseolus*, His.
40) 0.30 m. Dünne, dichtliegende, knollige Kalkschichten mit Mengen von *Orthoceren* (*Actinoceras* sp.), *Gastropoden* (*Oriostoma* sp.) und kleinen *stromatoporoiden* Knollen.
41) 1.00 m. Dünnschiefriger Kalk.
42) 3.25 m. Dicke, dichtliegende, ebene Kalkschichten.

i) Wenig mächtige, wechselnde Abteilungen mit Schiefer und Kalk. 30 m. (29.75).

43) 6.45 m. Wesentlich dünnschiefriger Kalk und Schiefer.
44) 2.30 m. Dickere, teilweise knollige Kalkschichten, ab und zu mit reichlichem Schiefer.
45) 3.80 m. Graugrüner Schiefer mit dünnen Kalkschichten.
46) 3.60 m. Dicke, ebene, dichtliegende Kalkschichten.
47) 3.70 m. Graugrüner Schiefer, rötlich im oberen Teile.
48) 2.40 m. Abwechselnde Kalkschichten und Schiefer.
49) 0.50 m. Dicke, ebene, dichtliegende Kalkschichten mit *Beyrichien* und Spuren von *Leperditia phaseolus*, His.
50) 3.00 m. Dünnschiefriger Kalk mit einzelnen dickeren Kalkschichten, besonders in der Mitte.
51) 1.00 m. Dicke Kalkschichten.
52) 3.00 m. Dünnschiefrige und dickere Kalkschichten, unterst auch mehr knollige Kalkschichten mit *Beyrichien* und *Leperditia phaseolus*, His., in dünnen Streifen.

k) Fast ganz überdeckt. 27.5 m.

53) 14.50 m. Überdeckt.
54) 1.00 m. Graugrüner Schiefer und dünne Kalkschichten.
55) 12.00 m. Überdeckt.

l) Abteilung mit Kalk, reich an *Leperditia phaseolus*, His., ca. 20 m. (—23 m.).

56) 1.50 m. Schwach knollige Kalkschichten und Schiefer, in der Mitte mit 0.5 Fragmentkalk von *Leperditien*.

57) 0.20 m. Dichte, knollige Kalkschichten, sehr reich an *Spirifer crispus*, His.

58) 0.25 m. Schiefer und dünne Kalkschichten mit *Spirifer crispus*, His.

59) 0.07 m. Dichtknollige kompakte Kalkbank.

60) 1.00 m. Dünnschiefrige Kalkschichten.

61) 0.50 m. Kalkschichten, sehr reich an *Rhynchonella nucula*, Sow., und *Beyrichien*.

62) 1.50 m. Überdeckt.

63) 6.00 m. 3 dickere (ca. 1 m.) Bänke aus dicken Kalkschichten mit reichen *Leperditia phaseolus*-Formationen.

64) 1.00 m. Dünnschiefriger Kalk.

65) 3.00 m. Überdeckt, wahrscheinlich planschiefriger Kalk.

66) 4.50 m. Kalkschichten und Schiefer; hier *Rhynchonella nucula*, Sow., und *Spirifer crispus*, His.; in der Mitte 0.5 m. Fragmentkalk von *Spirifer crispus*, His.

67) 3.00 m. Überdeckt.

68) Schichten der Zone mit *Atrypina Angelini*, Ldm.; oberst knolliger *Nucula*-Kalk.

Das Profil auf Hærø.

Die grosse Insel Hærø im nördlichen Teile des Steinfjords ist aus Schichten des oberen Ludlows gebildet; die Schichtenfolge ist auf der Süd- und Südwest-Seite das Ufer entlang ausgezeichnet aufgeschlossen und suppliert sehr gut das Profil bei Skjørvold. Nach meiner Aufmessung findet sich hier die folgende Schichtenfolge von oben nach unten; die angegebenen Zahlen in Metern geben die berechnete vertikale Mächtigkeit an. Grössere Verwerfungen scheinen hier nicht vorzukommen.

1. Schieferabteilung, 5.6 m. entblösst.

1) 1.00 m. Grünlicher Schiefer mit Übergang zum roten.

2) 2.35 m. Reichlicher Schiefer mit einzelnen Kalkschichten.

3) 2.25 m. Rötlicher und grünlicher Schiefer.

4) 2.60 m. Überdeckt.

2. Kalkabteilung, oben mit einer 1 m. dicken Korallenbank. 6.8—7.8 m. (Der *Favosites*kalk).

5) 1.00 m. Dichte, knollige Kalkschichten mit Mengen von *Favosites*, verzweigten *Monticuliporen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen.

6) 2.50 m. Dichter, knolliger Kalk.

7) 2 (—3) m. Dünne, knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer. *Rhynchonella nucula*, Sow., *Gastropoden*.

8) 1.10 m. Dicke, knollige Kalkschichten mit *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., und verzweigten *Monticuliporen*.

9) 0.20 m. Zwei Kalkschichten, reich an denselben Fossilien. Die oberste dieser Schichten geht stellenweise in eine reiche *Monticuliporen*bank über, bis 0.5 m. dick. In diesem Falle werden die höheren, schieferreichen Kalkschichten dünner.

3. Schieferabteilung. 14.80 m.

10) 0.90 m. Graugrüner Schiefer und dünnschiefriger Kalk.

11) 2.00 m. Dickere, teilweise knollige Kalkschichten mit sparsamem Schiefer; eine Schicht mit flachen Kalklinsen (2.5—3 cm. dicken und 10—15 cm. langen) tritt besonders hervor, 2 m. unter No. 9.

12) 1.00 m. Graugrüner Schiefer und dünnschiefriger Kalk.

13) 0.22 m. Zwei dickere (5—7 cm.) Kalkschichten und Schiefer.

14) 1.50 m. Graugrüner Schiefer mit einzelnen dünnen Kalkschichten.

15) 0.08 m. Dicke Kalkplatte.

16) 2.50 m. Graugrüner Schiefer mit dünnen Kalkschichten, die oft weissgeprickelt sind.

17) 2.50 m. Graugrüner Schiefer und dünne Kalkschichten.

18) 3.30 m. Überdeckt, wahrscheinlich wesentlich Schiefer.

19) 0.80 m. Schwach knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

4. Kalkabteilung mit *Chonetes striatella*, Dalm. 10 m. (Der *Chonetes*kalk).

20) 2.00 m. Knolliger Kalk mit Mengen von *Chonetes striatella*, Dalm., *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., und einzelnen *Monticuliporen*.

21) 0.55 m. Mehr schiefrige Kalkschichten und Schiefer.

22) 6.50 m. Dichtknollige Kalkschichten.

23) 0.50 m. Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

24) 0.45 m. Dichtere Kalkschichten.

5. Schieferabteilung. 26.2 m.

25) 5.00 m. Schiefer und planschiefriger Kalk.
26) 12.40 m. Abwechselnd graugrüner und roter Schiefer, auch feiner planschiefriger Kalk.
27) 3.50 m. Dicke, ebene Schichten und planschiefriger Kalk.
28) 1.80 m. Grünlicher Schiefer mit einzelnen Kalkschichten.
29) 3.50 m. Dünner, planschiefriger Kalk in roten Schiefer übergehend.

6. Kalkabteilung. 8.4—8.56 m.

30) 1.00 m. Kalkbank mit zweigigen *Monticuliporen.*
31) 0.15 m. Graugrüner Schiefer.
32) 0.55 m. Kalkbank mit zweigigen *Monticuliporen.*
33) 1.40 m. Knolliger Kalk mit reichlichem Schiefer.
34) 1.15 m. Kalkschichten mit noch reichlicherem Schiefer.
35) 1.55 m. Dichtknolliger Kalk.
36) 0.03 m. Graugrüner Schiefer.
37) 0.15 m. Dichtknolliger Kalk.
38) 2.00 m. Knolliger Kalk mit reichlichem Schiefer.
39) 0.42—0.58 m. Dicke, ebene Kalkschichten.

7. Schieferabteilung. 5.15—5.2 m.

40) 0.50—0.55 m. Schiefer und dünnschiefriger Kalk mit 3 dickeren, weissgeprickelten Kalkschichten.
41) 4.65 m. Dünnschiefriger Kalk mit einzelnen dünnen Zonen mit knolligem Kalk, wesentlich im unteren Teile.

8. Kalkabteilung. 6.56 m.

42) 1.30 m. Knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer und dickeren Kalkschichten im oberen Teile.
43) 0.46 m. Dichtliegende, dicke Kalkschichten.
44) 0.22 m. Knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.
45) 0.58 m. Fragmentkalk mit einzelnen *Monticuliporen,* gewöhnlich aus etwas knolligen Schichten bestehend.
46) 0.52 m. Knollige Kalkschichten, oberst mit reichlichem Schiefer.
47) 0.22 m. Schiefer mit dünnen Kalkschichten.
48) 0.55 m. Knollige Kalkbank mit zweigigen *Monticuliporen.*
49) 0.75 m. Knolliger Kalk mit reichlichem Schiefer.
50) 0.25 m. Graugrüner Schiefer mit dünnen Kalkschichten.
51) 1.16 m. Knolliger Kalk mit reichlichem Schiefer.
52) 0.15 m. Dichtliegende knollige Kalkschichten.
53) 0.40 m. Knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

9. Schieferabteilung. 10 m., mit 60—62 15.3 m.

54) 0.36 m. Dünnschiefriger Kalk und Schiefer.

55) 0.48 m. 5—7 dicke, ebene Kalkschichten; der Kalk oft weissgeprickelt mit einzelnen *Monticuliporen* und *Leperditia phaseolus*, His.

56) 0.62 m. Graugrüner Schiefer mit dünnen Kalkschichten.

57) 0.22 m. Dünne, ebene Kalkschichten und Schiefer.

58) 7.80 m. Graugrüner und roter Schiefer.

59) 0.52 m. Dicke Kalkschichten mit schiefrigem Kalk.

60) 2.60 m. Überdeckt, jedoch wahrscheinlich Schiefer.

61) 0.40 m. Dicke, ebene Kalkschichten.

62) 2.30 m. Überdeckt, jedoch wahrscheinlich Schiefer.

10. Kalkabteilung. 7.75 m.

63) 2.00 m. Knollige Kalkschichten mit reichlichem Schiefer.

64) 1.35 m. Dichtere, knollige Kalkschichten.

65) 2.55 m. Knollige Kalkschichten, oft mit reichlichem Schiefer.

66) 1.85 m. Knollige Kalkschichten, oben dichtliegend, unten mit reichlichem Schiefer. Hier fossilienreiche Schichten mit zweigigen *Monticuliporen, Ptilodictya lanceolata*, Goldf. *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., *Athyris laeviuscula*, Sow., *Pterinea retroflexa*, Wahl., und *Leperditia baltica*, His.

11. Abteilung mit schiefrigem Kalk und *Monticuliporen*-bänken. 12.10 m.

67) 3.30 m. Dünn- und planschiefriger Kalk.

68) 1.20 m. Bank mit *Monticuliporen* und einzelnen Schieferzonen, löst sich oft in mehr schieferreiche Schichten auf.

69) 1.80 m. Dicke, ebene Kalkschichten mit Spuren von *Leperditia phaseolus*, His.

70) 2.50 m. Planschiefriger Kalk.

71) 0.75 m. Dünnknollige Kalkschichten.

72) 0.25 m. Schiefriger Kalk.

73) 1.30 m. Dicke, ebene Kalkschichten.

74) 1.00 m. Bank mit *Monticuliporen*.

Kombination der beiden Profile.

Die Kombination der beiden mitgeteilten Profile ist im obersten Teil sehr leicht. Die Abteilungen a—e bei Skjørvold entsprechen sehr gut den Abteilungen 2—6 auf Hærø. Das Profil bei Skjørvold wird auch in diesem Teil der Schichtenfolge durch das Hærøprofil ergänzt, indem die Schieferabteilungen auf Hærø viel besser aufgeschlossen sind. Soweit ist alles in schönster Ordnung. Auch das oberste der Abteilung 7 auf Hærø ist bei Skjørvold zu sehen (f); dann folgt hier bei Skjørvold die schon besprochene Verwerfung, durch welche das östliche Stück mit dem oberen Teile der Schichtenfolge im Verhältnis zum westlichen eingesunken ist. Wahrscheinlich gehen hier zwei Verwerfungen, die eine gleich im W. von der Landzunge, die andere im W. von dem roten und graugrünen Schiefer. Mit voller Sicherheit lassen sich die beiden Profile hier nicht kombinieren. Die folgende Lösung scheint mir jedoch sehr wahrscheinlich zu sein.

Ich nehme an, dass der rote und graugrüne Schiefer (No. 29—30), der in einer Mächtigkeit von ca. 4.5 m. zwischen den beiden Landzungen entblösst ist, dem ähnlichen Schiefer in der Abteilung 9 auf Hærø entspricht; ferner, dass die *Monticuliporen*bank (No. 34) oberhalb der Abteilung h bei Skjørvold der untersten *Monticuliporen*bank (No. 74) im Hærøprofil entspricht. Diese *Monticuliporen*bänke bilden im oberen Ludlow auf Ringerike höchst charakteristische und eigentümliche Tierformationen, die dem unteren Ludlow zu fehlen scheinen. Die Bank No. 34 im Skjørvoldprofil ist die tiefste, die ich dort gefunden habe. Die unterste *Monticuliporen*bank im Hærøprofile scheint somit nicht tiefer zu stellen sein. Möglicherweise kann sie einer höherliegenden, die nicht entblösst ist, entsprechen. Ich halte es jedoch für sehr wahrscheinlich, dass meine Annahme richtig ist; jedenfalls glaube ich hierdurch keinen grösseren Fehler zu machen.

Unter diesen Voraussetzungen würde die Sprunghöhe der östlichen Verwerfung 9—10 m., der westlichen 11—12 m., also ein Gesamtbetrag von ca. 20 m., was an und für sich im Vergleich zu den übrigen bestimmten Verwerfungen in dieser Gegend passen würde.

Ich parallelisiere also die unterste *Monticuliporen*bank, No. 74, im Hærøprofile mit der *Monticuliporen*bank No. 34 im Skjørvoldprofile und gehe bei der folgenden Mächtigkeitsbestimmung und Einteilung des mittleren Ludlows hiervon aus.

Zonen-Einteilung des mittleren Ludlows.

Die hier besprochene, ca. 190 m. mächtige, Schichtenfolge kann nach ihren faunistischen Eigentümlichkeiten in folgende Zonen geteilt werden:

9 b. Die Zone mit den reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, His., und *Spirifer crispus*, His., ca. 20 m.

Sie umfasst die Abteilung l des Skjørvoldprofiles und folgt direkt auf die Zone mit *Atrypina Angelini*, Ldm. (9 a). Sie besteht aus einem Wechsel von dünn- und planschiefrigem Kalk, dicken Kalkschichten in meterdicken Zonen und knolligen Kalkschichten. Die Fauna ist teilweise ganz individuenreich.

9 c. Die Zone mit sparsamer auftretenden *Leperditia phaseolus*, His, ca. 70 m.

Sie umfasst die Abteilungen h, i und k des Skjørvoldprofiles; die unteren 28 m. (k) sind so schlecht entblösst, dass man die wirkliche Grenze zwischen 9 c und d nicht bestimmen kann. Die Abteilung k scheint schieferreich zu sein und ist deshalb am nächsten zu 9 d zu stellen. Die Zone besteht aus wechselnden, kleineren Abteilungen mit Schiefer, dünnschiefrigem Kalk und dickeren Kalkschichten und hat eine sehr sparsame und einförmige Fauna.

9 d. Die Zone mit *Spirifer elevatus*, Dalm., *Leperditia baltica*, His., und *Monticuliporen*bänken, aber ohne *Chonetes striatella*, Dalm., ca. 55 m.

Sie umfasst die Abteilungen 6—11 des Hærøprofiles und die Abteilungen e, f und g des Skjørvoldprofiles. Sie besteht aus 3 schieferreichen und 3 kalkreichen Abteilungen, die miteinander abwechseln, und hat stellenweise eine ganz individuenreiche Fauna; *Monticuliporen*bänke sind hier besonders zahlreich.

9 e. Die Zone mit dem *Chonetes*kalk. 36—38 m.

Sie umfasst die Abteilungen 4—5 des Hærøprofils und c—d des Skjørvoldprofils, und besteht aus einer unteren mächtigeren Schieferabteilung, sehr fossilienarm, und einem oberen ca. 10 m. mächtigen knolligen Kalk, dem fossilienreichen *Chonetes*kalk. Die Fauna zeigt dieselben Formen wie in 9 e; hier kommt aber auch *Chonetes striatella*,

Dalm., in grosser Menge vor. Sonst tritt diese Form nur in der Zone 9 a auf.

9 f. Die Zone mit dem *Favosites*kalke, ca. 22 m.

Sie umfasst die Abteilungen a—b des Skjørvoldprofils und 2—3 des Hærøprofiles und besteht aus einer unteren mächtigeren, fossilienarmen Schieferabteilung und einer 6.5—7.8 m. mächtigen oberen Kalkabteilung, dem *Favosites*kalke, in deren oberstem Teil sich eine ca. 1 m. mächtige knollige Kalkbank mit Mengen von feinröhrigen *Favositiden*, *Monticuliporen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen befindet. Sonst ist die Fauna eine ähnliche wie tiefer unten; *Chonetes* tritt aber nicht mehr auf.

Nachdem ich jetzt die Zoneneinteilung dieser Schichtenfolge angegeben habe, werde ich die einzelnen Zonen etwas genauer schildern.

9 b. Die Zone mit den reichen Formationen von Leperditia phaseolus, His., und Spirifer crispus, His. oder die untere Zone mit Leperditia phaseolus, His.

Diese Zone habe ich am vollständigsten bei Suserud, einem kleinen Pachthof im SW. von Skjørvold, gesehen. Die Schichtenfolge ist entblösst in einer Mächtigkeit von ca. 20 m. und besteht, wie die Abteilung 1 im Skjørvoldprofil zeigt (Pag. 99), aus einem Wechsel von dünn- und planschiefrigem Kalk, mehr oder weniger knolligen Kalkschichten mit Schiefer und meterdicken Bänken aus dicken Kalkschichten, die reiche *Leperditia phaseolus*-Formationen enthalten. Die dünnschiefrigen Kalkschichten bilden eine für diese und folgende Zonen sehr eigentümliche Facies; sie lassen sich oft in fast papierdünnen Fliesen aufspalten. Hier in 9 b ist die Oberfläche dieser dünnen Fliesen oder Platten oft mit Fragmenten oder schlecht erhaltenen Exemplaren von *Leperditia phaseolus*, His. bedeckt. Im Skjørvoldprofile sind ungefähr in der Mitte der Schichtenfolge 3 ca. 1 m. dicke Bänke aus dicken Kalkschichten, die oft überreiche Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. enthalten. Als kleine schwarze Bohnen liegen die zierlichen Schalen dieser kleinen *Leperditia* in unglaublichen Mengen in dem graublauen Kalke dieser Schichten eingebettet. Andere Fossilien kommen hier nicht vor. Andere Bänke bestehen aus einem Fragmentkalk derselben *Ostracoden.* Auch *Beyrichien* kommen in einzelnen Kalkschichten in Mengen vor, oft mit zahlreichen *Rhynchonella nucula*, Sow. zusammen. Eine andere interessante und wichtige Tierformation wird von *Spirifer crispus*,

His. gebildet. Im Profil bei Suserud sind besonders zwei Bänke (No. 57 und 66 der Abteilung l, Pag. 100) mit meistens fragmentären Schalen dieser *Brachiopode* zu sehen.

Die Grenze zwischen 9 a und b ist bei Suserud überdeckt (3 m.). Im Profil auf der Südspitze von Geitø (Fig. 19, b) ist aber der Übergang zwischen diesen beiden Zonen sehr gut entblösst. Man sieht hier, dass sich unterhalb der *Spirifer*bank (wahrscheinlich dieselbe wie in No. 66 bei Suserud) noch ca. 3 m. mit dünnschiefrigem Kalk und dünne Kalkschichten, die *Leperditia phaseolus* enthalten, befinden, Schichten, die sicher zu 9 b zu rechnen sind. Tiefer unten habe ich diese Form nicht gefunden; die hier vorkommenden Kalkplatten, oft sehr reich an *Rhynchonella nucula*, Sow., und *Beyrichien*, rechne ich zu 9 a. *Atrypina Angelini*, Ldm., ist im oberen Teile dieser Zone nicht zahlreich; ich habe sie jedoch bei Suserud in den oberen Schichten von 9 a gefunden. Von den 3 m. überdeckten Schichten zwischen 9 b und c bei Suserud kann deshalb ca. 1 m. zu 9 c gerechnet werden.

Die obere Grenze der Zone zu bestimmen ist schwieriger. Im Skjørvoldprofile kommt über den entblössten Teil von 9 b eine ca. 28 m. mächtige Schichtenfolge (Abteilung k), die fast vollkommen überdeckt ist. Nur in der Mitte ist ca. 1 m. mit graugrünem Schiefer und dünnen ebenen Kalkschichten zu sehen. Diese Abteilung ist, wie die Karte zeigt, zu einer seichten Bucht und talähnlichen Einsenkung ausgegraben, und man darf wohl hieraus schliessen, dass diese überdeckte Schichtenfolge wesentlich aus Schiefer und dünnschiefrigem Kalk besteht. Ich rechne diese Schichten, die ich auch nicht von anderen Lokalitäten näher bestimmen kann, zu der folgenden Zone. Die Mächtigkeit von 9 b rechne ich deshalb zu ca. 20 m.

Ich habe in dieser Zone auf Ringerike folgende Fossilien gefunden:

Cornulites sp. Mit *Spirifer* zusammen.
Atrypa sp. Oft allgemein.
Rhynchonella nucula, Sow. Sehr allg. in einzelnen Schichten.
Spirifer crispus, His. Formationsbildend.
Leperditia phaseolus, His. Formationsbildend, besonders in der Mitte, sonst auch ganz allg.
Leperditia baltica, His. Scheint in der ganzen Schichtenfolge vorzukommen.
Beyrichia cf. In einzelnen Kalkschichten in Mengen, besonders mit *Rhynchonella nucula*. Sow., zusammen.
Primitia sp. Allg. mit *Beyrichia* zusammen.

Am charakteristischsten sind für diese Zone *Atrypa* sp., *Spirifer crispus,* HIS. und die *Leperditia phaseolus*-Formationen.

Die Zone 9 c habe ich am besten entblösst gesehen an den beiden genannten Stellen, bei Suserud und auf Geitø. Sonst ist sie auch in einer Reihe von anderen Lokalitäten mehr oder weniger unvollständig aufgeschlossen; ich habe sie z. B. an mehreren Stellen auf der Westseite des Ultvedtaas, auf der Westseite von Loretangen, auf der SW.-Seite des Feikaraas und endlich bei Sønsterud gesehen.

9 c. Die Zone mit sparsamer auftretenden Leperditia phaseolus, His. oder die obere Zone mit Leperditia phaseolus, His.

Der untere Teil dieser Zone ist im Skjørvoldprofile fast vollständig überdeckt; es ist eine wahrscheinlich schieferreiche Abteilung von ca. 27.5 m. Mächtigkeit. Der obere Teil ist in demselben Profile sehr gut aufgeschlossen — die Abteilungen h und i — und ist ca. 42 m. mächtig. Die ganze Zone sollte somit ca. 70 m. mächtig sein. Sie besteht aus wechselnden Abteilungen von Schiefer, mehr oder weniger dünnschiefrigen Kalkschichten und dicken, nicht knolligen Kalkschichten. Knollige Kalke kommen sparsam vor. Eine genaue Schichtenfolge ist in den beiden angeführten Profilen zu finden; hier werde ich nur eine kurze Übersicht geben. Die Abteilungen sind von oben:

1. Abteilung mit dünnschiefrigen Kalkschichten, dicken Kalkschichten und eine 0.30 m. dicke Bank aus knolligem Kalk mit Mengen von *Actinoceras* sp., *Oriostoma* sp. und *stromatoporoiden* Knollen. Sonst nur einzelne *Leperditia phaseolus,* HIS., und *Beyrichien.* 12.25 m. (Abteil. h des Skjørvoldprofils).
2. Abteilung wesentlich mit dünnschiefrigen Kalkschichten und Schiefer, in welchen keine Fossilien gefunden sind. 6.45 m. (No. 43 des Skjørvoldprofils).
3. Abteilung mit dickeren, teilweise knolligen Kalkschichten, ab und zu mit reichlichem Schiefer, 2.30 m. (No. 44).
4. Abteilung mit graugrünem Schiefer und dünnen Kalkschichten, keine Fossilien. 3.80 m. (No. 45).
5. Abteilung mit dicken, ebenen, dichtliegenden Kalkschichten; keine Fossilien. 3.60 m. (No. 46).
6. Abteilung mit graugrünem Schiefer, rötlich im oberen Teile; keine Fossilien. 3.70 m. (No. 47).
7. Abteilung mit dünnschiefrigen, dünnen und dickeren Kalkschichten

in wechselnden Zonen. *Leperditia phaseolus*, His., und *Beyrichien* kommen in dünnen Streifen vor. 10 m. (No. 48—52).

8. Abteilung wahrscheinlich mit schieferreichen Schichten, fast ganz überdeckt. 28 m. (No. 53—55).

Wie man sieht, ist die Fauna sehr sparsam und einförmig. Gewöhnlich findet man nur *Leperditia phaseolus*, His., in sparsamen Exemplaren oder mit *Beyrichien* zusammen in dünnen fossilienführenden Streifen. Auch diese Mikrofauna von *Ostracoden* verschwindet oft vollständig, und die Schichtenfolge macht dann einen ganz fossilienleeren Eindruck. In Abteilung 1 tritt jedoch eine dünne knollige Kalkbank mit reicher Fauna auf. Hier sieht man auf der Schichtenfläche Mengen von *Actinoceras*-Schalen in vielen verschiedenen Grössen in Gesellschaft von schlecht erhaltenen *Oriostomen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen. Es ist eine charakteristische Tierformation, wonach man auch an anderen Stellen suchen muss. Immerhin muss jedoch hervorgehoben werden, dass ähnliche *Actinoceras*reiche Schichten auch in der folgenden Zone auftreten.

Der mittlere, kalkreichere Teil dieser Zone bildet die südwestlichste Landzunge bei Skjørvold und setzt sich als deutlicher Höhenrücken in NNO.-licher Richtung fort. Die Zone ist im Westen von Hanserud zu sehen und ist weiter im NNO. als niedriger Rücken, westlich von den Höfen Sundby und Nordby, mehr oder weniger entblösst. Mit Sicherheit habe ich diese Zone im südlichen Gebiete nur auf Utø und bei Sønsterud wiedererkannt.

9 d. Die Zone mit Spirifer elevatus, Dalm., Leperditia baltica, His., und Monticuliporenbänken, aber ohne Chonetes striatella, Dalm.

Diese Zone ist besonders gut im Hærøprofil zu sehen; im Skjørvoldprofil ist sie durch Verwerfungen fast verborgen. Nach dem ersten Profil besteht sie aus folgenden Abteilungen (6—10):

1. Abteilung wesentlich aus knolligen Kalkschichten, oberst mit einer 1.70—2 m. dicken *Monticuliporen*bank, unterst mit dicken, ebenen Kalkschichten. 8.2—8.6 m. (e des Skjørvoldprofils, 6 des Hærøprofils).
2. Abteilung mit dünnschiefrigen Kalkschichten; auch einzelne dickere treten auf, wie auch einzelne dünne Zonen aus knolligem Kalk im unteren Teile. 5.15—5.20 m. (7 des Hærøprofils).
3. Abteilung wesentlich mit knolligen Kalkschichten und gewöhnlich

reichlichem Schiefer. Zwei weniger hervortretende *Monticuliporen*-bänke. 6.56 m. (8 des Hærøprofils).

4. Abteilung mit dünnschiefrigem Kalk und Schiefer und wahrscheinlich 3, ca. 0.5 m. dicke Bänke mit dicken Schichten. Der Schiefer ist in der Mitte am reichlichsten und ist hier auch rot. 15.3 m. (9 des Hærøprofils).
5. Abteilung mit knolligen Kalkschichten mit gewöhnlich ziemlich reichlichem Schiefer. 7.75 m. (10 des Hærøprofils).
6. Abteilung mit dünnschiefrigem Kalk, dickeren Kalkschichten und 2 meterdicken *Monticuliporen*bänken. 12.10 m. (11 des Hærøprofils).

Die Mächtigkeit dieser Zone sollte somit ca. 55 m. sein, und sie besteht aus 3 kalkreichen (knolligen) Kalkabteilungen und 3 schieferreichen Abteilungen, die miteinander abwechseln. Im Skjørvoldprofile ist nur die oberste Kalkabteilung deutlich zu sehen; sie bildet hier die zweite Landzunge von Westen.

Die Fauna beginnt in dieser Zone reicher zu werden. In der unteren knolligen Kalkabteilung (5) habe ich fossilienreiche Schichten gefunden, die folgende Fossilien enthalten:

Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Rhynchonella nucula, Sow.
Spirifer elevatus, Dalm.
Athyris laeviuscula, Sow.
Pterinea retroflexa, Wahl.
Leperditia baltica, His.

In dem oberen knolligen Kalk (1) bei Skjørvold fand ich *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., und *Leperditia baltica*, His., in einzelnen Schichten ganz allgemein. Oberhalb Feikar wurden auch *Tentaculites* sp., *Rhynchonella cuneata*, Dalm., *Loxonema* sp. und *Calymene* sp. gesammelt.

Es ist nun eine interessante Tatsache, dass *Leperditia phaseolus*, His., in den zwischenliegenden Schieferabteilungen (9 und 11) vorkommt; die *Phaseolus*-Facies ist somit noch nicht verschwunden, sie wechselt vielmehr mehrmals mit der *Brachiopoden*facies ab.

Mit dieser Zone beginnt eine neue Tierformation sich zu zeigen, die auch höher hinauf auftritt, nämlich dicke, gewöhnlich knollige Kalkbänke, angefüllt mit den feinen Stämmen von zweigigen *Monticuliporen*, die zu der Gattung *Amplexopora* zu gehören scheinen. Besonders häufig (5 Bänke wurden im Hærøprofile beobachtet) und kräftig treten diese eigentümlichen *Monticuliporen*formationen hier in 9 d auf; die Zone wird damit eingeleitet und abgeschlossen.

Überblickt man diese Fauna, so sieht man, dass sie durch das erste Auftreten des *Spirifer elevatus*, Dalm., das wechselweise Auftreten von *Leperditia baltica*, His., und *L. phaseolus*, His., und diese sonderbare *Monticuliporen*formationen besonders ausgezeichnet ist.

Die beste Lokalität für diese Zone ist wie gesagt die SW.-Seite von Hæro, wo sie ausgezeichnet aufgeschlossen ist und durch den westlichen Teil der Insel streicht; der oberste Teil ist dann in der zweiten Landzunge (von W.) bei Skjørvold zu sehen; weiter im NNO. ist sie in dem stark überdeckten Lande schwieriger zu verfolgen. Sie steht an der Wegscheide, wo der Weg nach Skjørvold hinuntergeht, an und streicht von hier wahrscheinlich über Sundby hinauf. Im südlichen Gebiet ist sie oberhalb Feikar bei Feikarplads zu sehen und taucht dann wieder auf Utø auf. Sie kommt dann schliesslich auch bei Sønsterud vor.

9 e. Die Zone mit dem Chonetes-Kalk oder die obere Zone mit Chonetes striatella, Dalm.

Diese charakteristische Zone umfasst die Abteilungen c—d des Skjørvoldprofils und 4—5 des Hærøprofils, die gut übereinstimmen. Sie besteht aus folgenden zwei Abteilungen:

1. Abteilung hauptsächlich mit dichtknolligen Kalkschichten und individuenreicher Fauna, der ausgeprägte *Chonetes*-Kalk. Unter dem dichtknolligen Kalk kommen 0.2—0.5 m. mit Kalkschichten und reichlichem Schiefer und 0.45—0.5 m. mit dicken, dichtliegenden Kalkschichten. In anderen Profilen findet man nur eine dickere Bank (1.2 m.) mit dicken Kalkschichten (Næs). 9.2—10 m. (c und 4 der Profile).
2. Abteilung wesentlich mit graugrünem und rotem Schiefer und dünnschiefrigen Kalkschichten; auch dickere Kalkschichten kommen vor. 26.20—28.70 m. (d und 5 der Profile).

Die Zone hat somit eine Mächtigkeit von 36—38 m. In der unteren Schieferabteilung habe ich keine Fossilien gefunden; es lässt sich deshalb nicht faunistisch begründen, dass ich diese Abteilung zu der *Chonetes*zone rechne. Es scheint mir aber praktisch, die vorhergehende Zone mit der dicken *Monticuliporen*bank (No. 22 und No. 30 der Profile) abzuschliessen. Hier in 9 c kommen ähnliche reiche Tierformationen nicht vor; der untere Teil dieser Zone bildet die mächtigste Abteilung mit graugrünem und rotem Schiefer im Ludlow.

Der *Chonetes*kalk ist ein ausgezeichnetes leitendes Niveau; diese mächtige dichtknollige Kalkabteilung ist schon petrographisch leicht wiederzuerkennen. Gewöhnlich braucht man nicht lange nach der

charakteristischen *Chonetes striatella,* Dalm., zu suchen, einer Form, die nur hier und in 9 a gefunden ist. Man könnte deshalb auch diese Zone als die obere Zone mit *Chonetes striatella,* Dalm., bezeichnen. Die Fauna ist besonders in den oberen Schichten individuenreich, aber einförmig; nur die folgenden Fossilien sind bis jetzt aus dem *Chonetes*kalk gesammelt:

Monticuliporen (*Amplexopora* sp.). Im oberen Teil, nicht sehr zahlreich.

Rhynchonella nucula, Sow. Sehr allg.

Chonetes striatella, Dalm. In Mengen.

Spirifer elevatus, Dalm. In Mengen.

Pterinea retroflexa, Wahl. Selten.

Leperditia baltica, His. Allg.

Der *Chonetes*kalk und Teile des unteren Schiefers sind an vielen Stellen entblösst. Der Kalk bildet die dritte, stark hervorspringende Landzunge bei Skjørvold und läuft als deutlicher Höhenrücken über Brastad, wird aber dann durch die grosse Verwerfung hier abgeschnitten. Er läuft dann durch die ganze Länge von Hærø von der Nordspitze bis gerade im Westen von der Südspitze. Er bildet auch die kleine Maurø, ein eingesunkenes Stück, die kleinen Klippen weiter nach Süden, Smaaøerne und Tyveholmen, die treppenförmig eingesunken sind, und taucht dann wieder auf der NO.-Seite der Feikarhalbinsel hervor. Hier an der Chaussée ist der rote Schiefer weniger hervortretend. In dem doppelten Feikarrücken ist diese Zone 3-mal wiederholt, wie ich es in der geologischen Einleitung geschildert habe (Pag. 24). Weiter nach Süden kommt der *Chonetes*kalk in der kleinen Klippe mitten im Storøsund wieder zum Vorschein und nimmt dann endlich einen hervorragenden Teil in den gefalteten Schichten bei Næs und Sønsterud.

9 f. Die Zone mit dem Favosites-Kalk.

Sie besteht aus einer unteren schieferreichen Abteilung und einer oberen Kalkabteilung (Abteilung 1—2 des Skjørvoldprofils und b—c des Hærøprofils). Am besten ist sie auf der westlichen Seite der Südspitze von Hærø zu sehen. Die Schichtenfolge ist:

1. Abteilung mit knolligen Kalkschichten, in der Mitte mit reichlicherem Schiefer. Unten entwickelt sich stellenweise eine *Monticuliporen*-bank. Oben befindet sich eine ca. 1 m. dicke, knollige Kalkbank, angefüllt mit feinröhrigen *Favosites,* zweigigen *Monticuliporen* und kleinen *stromatoporoiden* Knollen. Dieser *Favosites*-Kalk ist sehr leicht wiederzuerkennen und bildet ein ausgezeichnetes leitendes Niveau. 6.10—7.8 m. (a und 2 der Profile).

2. Abteilung wesentlich aus graugrünem Schiefer und dünnschiefrigem Kalk bestehend; auch dickere Kalkschichten und knollige Kalkschichten kommen vor. 14.5—14.8 m. (b und 3 der Profile).
Die Mächtigkeit der Zone ist somit 20.60—22.60 m.

Die untere schieferreiche Abteilung macht einen fossilienleeren Eindruck, die obere Kalkabteilung ist dagegen ganz fossilienreich.

Ich kann von diesem Kalk die folgenden Formen anführen:

Kleine *Stromatoporoiden*-Knollen. *Favosites* sp. *Monticuliporen* (*Amplexopora*(?) sp.)	Formationsbildend in der oberen *Favosites*bank.

Rhynchonella nucula, Sow. Allg.
Rhynchonella Wilsoni, Sow. Nicht selten.
Spirifer elevatus, Dalm. Kleine Var. Massenhaft in einzelnen Schichten.
Cornulites serpularius, Schl. Allg.
Modiolopsis sp. Selten.
Pterinea retroflexa, Wahl. Selten.
Loxonema sp.
Euomphalus oder *Platyschisma* sp. Durchschnitte durch flache *Gastropoden*, allg.
Beyrichia sp. cf. *Klödeni*, M'Coy. Allg.
Leperditia baltica, His., var. *formosa*, Chmiel. Allg.
Calymene sp.
Phaetonides Stokesi, Murch. Mehrere.

Die meisten von diesen sind zwischen Feikar und Rudsødegaard gefunden. Wie man sieht, ist *Chonetes* wieder verschwunden. Auf Ringerike scheint *Rhynchonella Wilsoni*, Sow. eigentümlich für diese Zone zu sein. Diese Zone, oder richtiger der obere Teil, bildet bei Skjørvold die Landzunge 4 von Westen und streicht von hier die Küste entlang nach dem Auslauf des Brastadbaches (siehe die Karte II). Hier wird sie durch die Verwerfung, die diesen Bach entlang geht, abgeschnitten und kommt wieder weiter im N. zum Vorschein; sie bildet hier die Westseite des Höhenrückens im Osten von Bjørnstad. Die Zone durchstreicht den südlichen Teil von Hærø und taucht dann wieder mehrmals verworfen im südöstlichen Teile des Feikaraas auf. Weiter nach Süden habe ich sie erst bei Næs und Sønsterud gesehen.

Die oberste Zone des Ludlows.

Zwischen dem *Favosites*kalke, oberst in der Zone 9 f und den roten Schiefern und dicken Kalksandsteinbänken, womit die mächtige Schichtenfolge des devonischen Sandsteins eingeleitet wird, befindet sich eine ca. 35 m. mächtige Schichtenreihe von Schiefer, dünnschiefrigen und knolligen Kalkschichten, die petrographisch und faunistisch nahe mit den vorhergehenden Zonen zusammenhängt. Die Fauna ist nicht reich und sie wird nach oben mehr und mehr verarmt bis sie in den untersten Schichten des roten Schiefers scheinbar vollkommen verschwindet. Nur eine neue Form tritt auf, eine neue *Leperditia*, die jedoch auch die faunistische Berechtigung der Aufstellung dieser Zone sichert.

9 g. Die Zone mit Leperditia norvegica, Kiær (nov. sp.).

Das Profil durch die Landzungen bei Skjørvold endigt in der 4ten Landzunge (von W.) mit dem *Favosites*-Kalk. Etwas weiter im NO. ist diese Kalkabteilung durch eine Verwerfung eingesunken, und eine höherliegende Schieferabteilung kommt hier zum Vorschein; es ist dies der untere Teil der Zone 9 g. Viel besser ist die Zone auf der NO.-Seite der Verwerfungslinie, die den Brastadbach entlang läuft, zu sehen. Das NO.-liche Stück ist hier ca. 20 m. eingesunken, und die *Favosites*-bank ist deshalb in NW.-liche Richtung verschoben. In dem Höhenrücken auf der NO.-Seite des Brastadbaches ist dann, wie die Karte zeigt, diese oberste Ludlowzone ganz gut entblösst, besonders gut, wo der Weg bei Grantop umbiegt. Ein vollständiges Profil bekommt man hier aber nicht; der oberste Teil der Zone und der Übergang zu Devon ist in der breiten Niederung zwischen Slaara und Frydenlund überdeckt. Bei Grantop kann man ca. 22 m. von dieser Zone sehen. Über der *Favosites*bank kommt eine ca. 17 m. mächtige schieferreiche Abteilung, in deren unterem Teil graugrüner und rötlicher Schiefer abwechselt. Höher hinauf findet sich graugrüner Schiefer mit dünnen Kalkschichten, die allmählich dicker werden. Oberst sieht man dünne knollige Kalkschichten mit Schiefer wechselnd. Jetzt folgt eine neue kalkreiche Abteilung; sie ist hier nur in einer Mächtigkeit von 4—5 m. zu sehen und besteht aus knolligen Kalkschichten in dicken Bänken, ebenen Kalkschichten und einzelnen dünnen Schieferschichten. Ich fand hier nur *Beyrichien* und die neue *Leperditia*, die ich *norvegica*, nov. sp. genannt habe, eine Form, die mit *L. phaseolus* verwandt ist. Sie

wurde auch ca. 1.5 m. unterhalb der Kalkabteilung in einer weissgeprickelten Kalkschicht gefunden.

Die Schichten dieser Zone setzen sich den Weg entlang nach Slaara fort und streichen von hier über den Hof Lerberg; im S. O. von diesem fand ich dünne Kalkschichten und glimmerreiche Schiefer entblösst. Gleich östlich liegen Sandsteine in dicken Bänken. Hier scheint also die Grenze durchzugehen, ist aber nicht direkt entblösst. Da der Sandstein hier nicht rot ist, kann man jedoch hier eine grössere Verwerfung vermuten.

Viel besser ist die Zone im SW.-lichen Teile des Steinfjords entblösst, bei der Chaussée zwischen Kroksund und Vik. Hier ist ein schönes Profil durch die obersten Ludlowschichten ausgesprengt; besonders wertvoll ist, dass der Übergang und die ganze Zone 9 g ausgezeichnet entblösst sind.

Zwischen dem *Favosites*kalk, der auch hier zu sehen ist, und dem roten Schiefer und Sandstein liegt hier eine ca. 30 m. mächtige Schichtenreihe. Unterst sieht man auch hier eine schieferreiche Abteilung von ungefähr derselben Mächtigkeit wie bei Grantop. Dann folgen mehr dichtliegende Kalkschichten und knollige Kalke, in denen ich gesammelt habe:

Monticuliporen (*Amplexopora*(?) sp.). Allg.
Cornulites serpularius, SCHL. Allg.
Rhynchonella nucula, SOW. Allg.
Spirifer elevatus, DALM. Allg.
Beyrichia sp. cf. *Klödeni*, M'COY. }
Beyrichia sp. cf. *tuberculata*, BOLL. } Oft in Mengen.
Primitia sp. }
Leperditia norvegica, KIÆR (nov. sp.).[1]
Euomphalus oder *Platyschisma* sp. Durchschnitte.

Diese Kalkabteilung ist nicht mächtig; die Schichten werden bald schieferreicher, und die obersten Ludlowschichten bestehen hier aus dünnen Kalkschichten und gewöhnlich reichlichem graugrünem Schiefer, der nach oben immer glimmerreicher wird. Dann wird der Schiefer rot, und es finden sich dicke Schichten von grauem bis schwach graurötlichem, kalkhaltigem Sandstein ein. Im oberen Teil der graugrünen Schiefer und Kalkschichten kommen die zweigigen *Monticuliporen* vor; dieselbe Form setzt sich noch 1—1.5 m. in dem roten

[1] Eine kurze Diagnose dieser Art findet sich im Schlusse dieser Arbeit.

Schiefer und kalkhaltigen Sandsteine fort. Dann verschwinden alle Spuren von Fossilien.

Ich rechne die Grenze zwischen Ludlow und Devon da, wo die letzten Spuren der Ludlowfauna aufhören, also 1—1.5 m. über der unteren Grenze des roten Schiefers und der dicken, kalkhaltigen Sandsteine. Höher hinauf habe ich keine sicheren Versteinerungen gefunden, nur problematische Spuren von Organismen. Eine Bestimmung des wirklichen Alters dieser Schichten kann deshalb nur durch eine Parallelisierung der darunterliegenden obersten Ludlowzone stattfinden. Ich werde diesen Versuch im zweiten Teile dieser Arbeit machen; hier werde ich nur anführen, dass auch eine solche Parallelisierung dafür spricht, dass die wirkliche Grenze zwischen Obersilur und Devon gleich oberhalb der Zone 9 g zu setzen ist.

Diese Zone ist auch auf Rudstangen (in SO. von Kroksund) und am Ufer zwischen Feikar und Rudsødegaard entblösst; an beiden Stellen nur die unteren und mittleren Teile der Zone. Auch hier findet man *Leperditia norvegica*, nov. sp., *Beyrichien* und zweigige *Monticuliporen*, stellenweise in dünnen Bänken. Der Kalk ist oft ein reiner Fragmentkalk von *Ostracoden*. Weiter nach Süden habe ich diese Schichten nicht gefunden.

Das Obersilur auf Ringerike hat also nach meinen Untersuchungen folgende Mächtigkeit:

Unteres Llandovery (Etage 6) ca. 115 m.
Oberes Llandovery (Etage 7) 130—135 m.
Wenlock (Etage 8) 130—140 m.
Ludlow (Etage 9) ca. 255 m.

Die Gesamtmächtigkeit des Obersilurs in diesem Gebiete wird somit 630—645 m.

II.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET

AUF

MALMØ

UND

DEN BENACHBARTEN INSELN.

Hierzu eine geologische Karte.

DAS MALMØGEBIET umfasst Malmø und einige benachbarte Inseln, die in dem östlichen Teile des Kristianiafjords liegen, gerade vor der steilen Westseite des Ekebergaas und 2—3 Km. südlich von Kristiania. Es ist dies das obersilurische Gebiet, das der Hauptstadt am nächsten liegt; es ist daher auch am längsten bekannt gewesen und in faunistischer Beziehung am genauesten untersucht worden.

Der zentrale Teil des Gebietes wird sozusagen von Malmø gebildet, die die grösste der obersilurischen Inseln ist und die meisten und vollständigsten Profile besitzt. Obersilurisch ist ebenfalls die kleine Insel, Malmøkalv, die gerade westlich von Malmø liegt und nur durch einen ganz schmalen und seichten Sund von dieser getrennt ist. Zwischen Malmø und der Küste des Ekebergaas liegt im Süden Ulvø, im Norden Ormø, die nur durch einen smalen Sund von der Bækkelagshalbinsel getrennt ist. Durch diese Inseln wird innerhalb Malmø ein hübsches, beinahe geschlossenes Bassin gebildet, in dessen Mitte die kleine, kahle Insel Tistelholmen liegt; sie hat wegen ihrer runden, gewölbten Form den bezeichnenden Namen „Skildpadda“ erhalten. Hier finden sich auch einige kleinere Scheren. Alle diese Inseln sind mit Ausnahme von Ormø fast vollständig obersilurisch; Ormø ist dagegen wesentlich aus untersilurischen Schichten aufgebaut; nur auf der Südseite findet sich ein schmaler Streifen Obersilur.

Diese Inseln bilden den Hauptbestandteil des Malmøgebietes und könnten die Malmøgruppe genannt werden; aber auch auf mehreren der nördlich gelegenen Inseln sind Reste der ältesten Teile des Obersilurs

erhalten, nämlich auf Søndre und Nordre Langø, Rambergø, Hovedø, Sjursø, Kneppeskjær und schliesslich ein unbedeutender Rest auf der kleinen Halbinsel „Kollen", gerade gegenüber der Eisenbahnstation Bækkelaget.

Literaturverzeichnis.

Literatur:

1847. R. I. Murchison. — Vortrag bei der 4ten Versammlung der skandinavischen Naturforscher zu Christiania, 17. Juli 1844. (Forhandl. etc. Christiania 1847, Pag. 288).
Die erste Erwähnung vom Obersilur auf Malmø.

1855. Th. Kjerulf. — Das Christiania Silurbecken. Mit Karte. Universitätsprogramm 1855 I. Nur ganz kurze Bemerkungen.

1857. Th. Kjerulf. — Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Christiania. Nebst Karte und Profilen Pag. 14 und 92. Die grundlegende Arbeit für das Obersilur im Malmøgebiete.

1859. F. Römer. Bericht über eine geologische Reise nach Norwegen im Sommer 1859. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XI. 4, Pag. 541. Interessante Bemerkungen über das norwegische Obersilur.

1865. Th. Kjerulf. — Veiviser ved geologiske Excursioner i Christiania Omegn, med Kart. Universitetsprogram 1865 II. Aufrechnung der bestimmten Fossilien.

1882. J. E. Marr. On the Cambrian (Sedgw.) and Silurian Rocks of Scandinavia. (Quat. Journ. of Geol. Soc. Vol. 38). Bemerkungen über das Obersilur und seine Parallelisierung.

1886. W. C. Brøgger. — Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords (Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 30. Pag. 9).
Grundlegend für die Tektonik des Gebietes.

1890. W. C. Brøgger. — Geologisk Kart over øerne ved Kristiania. (Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 31).
Erwähnt mit einigen Worten das Unterste des Obersilurs.

1900. W. C. Brøgger. — Norges Geologi. (Norge i det 19de Aarhuddrede. Kristiania Pag. 1).
Kurze, populäre Besprechung der Etagen.

Karten:

1855. Th. Kjerulf. — Geologische Übersichtskarte des Christiania Silurbeckens, 1 : 100,000, in „Das Christiania Silurbecken". Vorläufige Kartenskizze.

1857. Th. Kjerulf. — Christiania Umgegend, 1 : 50,000, in „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens". Versuch einer Detailkarte der nächsten Umgegend.

1865. Th. Kjerulf. — Geologisk kart over Christiania omegn, 1 : 100,000, in „Veiviser etc." Erste durchgeführte Karte von Kjerulf über Kristiania Umgegend in weiterem Sinne.

1869. Th. Kjerulf. — Geologisk Rektangelkart, 14 D, 1 : 100.000. Neueste Karte, vergriffen, wird bald neu erscheinen.

1890. W. C. Brøgger. — Geologisk kart over øerne ved Kristiania. 1 : 10,000. Ausserordentlich interessante Detailkarte der Inseln nördlich von der Malmøgruppe; von dieser ist nur Ormø mitgenommen.

Historische Übersicht.

Das Obersilur auf Malmø wird zum ersten Male von R. J. Murchison erwähnt in dem Vortrage, den dieser bekannte Geologe in der 4ten Versammlung der skandinavischen Naturforscher zu Christiania im Jahre 1844 hielt. Er äussert darin: „Auf einer Vormittagsexcursion nach der Insel Malmø in der Christianiabucht, in Gesellschaft von Leopold v. Buch und Professor Forchhammer sah Verf. hinreichende Beweise für das Vorhandensein von Kalksteinen der oberen silurischen Formation, die vermittelst ihrer organischen Überreste mit den Schichten bei Wenlock und Dudley parallelisiert werden müssen; während andererseits Schichten, zum grössten Teile schwarze Schiefer mit einzelnen Kalksteinen, die unter den übrigen Kalksteinen hervorkommen, ihm für die unteren silurischen Schichten charakteristisch zu sein scheinen. Die oberen Bildungen werden durch *Spirifer, Leptaena depressa* und *rugosa,* sowie durch eine grosse Menge von Korallen charakterisiert; die niedrigeren durch zahlreiche Individuen von *Asaphus expansus* und *Ilaena crassicauda*“ . . . . . „Die Massen von hellgrauem, knolligem Kalkstein auf Malmo und Malmøkalv, bedeckt mit ihren Korallen und in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Fuss, lassen sich in der Tat als Wenlockkalkstein ansehen, während der auf ihnen auflagernde Schiefer, der, wie in Shropshire, Graptolithen enthält, grosse Ähnlichkeit mit Lower Ludlow hat, und der höher liegende kalkhaltige Schiefer und Kalk in hohem Grade dieselbe Farbe und Zusammensetzung wie Upper Ludlow besitzen.“

Murchison stellt folgende Schichtenreihe für Malmø auf:

1. Schwarze Schiefer mit einzelnen Kalksteinen . . = Untersilur.
2. Hellgrauer, knolliger Kalk mit vielen Korallen . = Wenlockkalk.
3. Der *Graptolithen*schiefer . . . . = Lower Ludlow.
4. Oberster Kalk und kalkhaltiger Schiefer . . . . . = Upper Ludlow.

Es fällt leicht, hierin die Schichtenreihe von Malmø zu erkennen, aber Murchisons Parallelisierung ist, wie man sehen wird, irrtümlich, indem die Schichtenreihe von Malmø nur bis zum Wenlockkalk und der Übergangszone zwischen Wenlock und Ludlow geht. Der *Graptolithen*schiefer ist demnach nicht Lower Ludlow, sondern Wenlock und der hellgraue, knollige Kalk Llandovery. Diese letzte Abteilung war indessen zu der Zeit noch nicht aufgestellt. Zu den schwarzen Schiefern, die unter den übrigen Kalksteinen hervorkommen, rechnete

Murchison, wie es scheint, auch die untersten Schiefer von Malmø. Dies fiel ganz natürlich, da der *Pentamerus*kalk noch als Grenze zwischen dem Ober- und Untersilur angesehen wurde, und Murchison schlug daher diese Abteilung mit den echten untersilurischen Schichten auf den anderen, der Hauptstadt näher gelegenen Inseln, zusammen. Wie sich dieses auch verhalten möge, sicher ist es und wohl zu merken, dass das Obersilur des Malmøgebietes, wie überhaupt unsere obersilurische Formation, von dem berühmten Murchison zusammen mit dem Deutschen L. v. Buch und dem Dänen Forchhammer entdeckt und in der wissenschaftlichen Literatur zum ersten Male von Murchison erwähnt wurde.

Die erste genauere Untersuchung des Malmøgebietes verdanken wir bekanntlich unserem hervorragenden Geologen, Theodor Kjerulf. 11 Jahre nach dem Vortrage von Murchison sondert er in „Das Christiania Silurbecken" die obersilurischen Gebiete im Kristianiatrakt von den untersilurischen, und das Malmøgebiet tritt sehr hübsch hervor auf der beigefügten „Geologischen Uebersichtskarte" (ausgearbeitet im Jahre 1854). Im Text wird es nur mit ein paar Worten erwähnt, indem der Zweck dieser Arbeit nicht eine nähere stratigraphische Erörterung der Silurformation war.

Man sieht indessen, dass Kjerulf hier ebenso wie Murchison die Grenze zwischen dem Ober- und Untersilur zwischen seinen späteren Etagen 5 β und 6 gibt, was auch der Fall ist in seiner Hauptarbeit über die norwegische Silurformation „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens" vom Jahre 1857. Hier wird eine verhältnismässig eingehende Schilderung der Stratigraphie der Malmøgruppe gegeben.

Kjerulf stellt folgende Einteilung des Obersilurs im Malmøgebiete auf, die er als die normale Entwickelung im Kristianiagebiete ansieht:

Untere Malmøgruppe (650′).	5 β.	Untere Malmøschiefer, auch Tonschiefer mit einzelnen dünnen Kalkplatten, sehr versteinerungsreich	(370′)	= Wenlockschiefer
	6.	Kalkstein oder Mergel mit *Pentamerus*	(280′)	= Wenlockkalk.
	7 α.	Korallen- oder *Encriniten*kalk		
	7 β.	Oberer *Encriniten*mergel	(180′)	
Obere Malmøgruppe (180′).	7 γ.	Oberer *Orthoceratit*kalk		
	8 α.	Jüngster *Graptolithen*schiefer		= Unteres Ludlow.
	8 β.	Malmøkalk mit Tonschiefer		≐ Aymestry-Kalk.

Im Vergleich mit der Schichtenfolge MURCHISONS finden wir hier eine weit mehr detaillierte Einteilung. Seine Parallelisierung ist eine Wiederholung derjenigen MURCHISONS und leidet ganz an denselben Fehlern. Ja, trotzdem er ausdrücklich bemerkt, dass er das Obersilur mit dem *Pentameruskalk* anfängt, parallelisiert er dennoch 5 β mit dem Wenlockschiefer! Seine Auffassung scheint hier unklar zu sein.

Dies Schema wird von kurzen Beschreibungen, einer geologischen Kartenskizze der Umgegend von Kristiania (1 : 50,000) und einem Profil begleitet (Pl. II).

In dem Abschnitte „Versteinerungen im Christiania Bassin" zählt er auch die obersilurischen Versteinerungen auf, die er bis dahin hat bestimmen können. da aber keine Lokalitäten angegeben sind, so lässt sich nicht entscheiden, welche von diesen im Malmøgebiete gefunden sind.

KJERULF gibt schon hier — vor 50 Jahren — eine in der Hauptsache richtige Darstellung der verschiedenen Abteilungen des Malmøgebietes; diese sind denn auch in Wirklichkeit so scharf petrographisch getrennt, dass jeder Forscher zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen musste. KJERULFS Abteilungen sind leicht wiederzuerkennen; nur seine Abteilung 7 γ dürfte einen Zweifel erregen. Dieser „Obere *Orthoceratit*-Kalkstein" soll ein blauer Kalk sein, worin sich grosse *Orthoceren* mit subcentrische *Sipho* finden. Grosse *Orthoceren* sind in dem oberen Teile der *Crotalocrinus*abteilung nicht ungewöhnlich, aber die Steinart ist hier der eigentümliche Schiefer mit unregelmässigen, feinen Kalkknollen — KJERULFS *Encriniten*mergel. Dies scheint somit auf KJERULFS Bezeichnung „Blauer Kalk" nicht zu passen. Wahrscheinlich ist es, dass KJERULF ein reiches *orthocer*führendes Niveau in dem unteren Teile des *Graptolithen*schiefers meint.

Seine Kartenskizze und sein Profil müssen für jene Zeit als sehr gut bezeichnet werden, obschon spätere, mehr detaillierte Untersuchungen viele Fehler und Ungenauigkeiten nachweisen können. Zu beachten ist, dass KJERULF auf seiner Kartenskizze über „Christiania Umgegend" von 1856, im Massstabe von 1 : 50,000, 5 α (Kalksandstein) von 5 β (Malmøschiefer) trennt, was er auf seinen späteren Karten nicht tut; insofern hat diese erste Karte einen Vorzug vor den späteren.

Gleich nach dieser hervorragenden Arbeit KJERULFS unternahm der bekannte Stratigraph und Paläontolog FERDINAND RÖMER eine geologische Reise nach Norwegen (im Sommer 1859). Unter der Führung von KJERULF studierte er in der Umgegend von Kristiania die cambrisch-silurischen Ablagerungen, und in seinem Reisebericht findet sich eine

ganz eingehende Übersicht über die Schichtenfolge, die ein bedeutendes Interesse hat, besonders mit Rücksicht auf ihre Einteilung und Parallelisierung.

Das Obersilur scheint er wesentlich in dem Malmøgebiet studiert zu haben; er zählt KJERULFS Abteilungen dieses Gebietes mit den wichtigsten Fossilien auf und versucht sie in faunistischer Beziehung zu vergleichen. Er findet, dass KJERULFS untere und obere Malmøgruppe paläontologisch genau zusammengehören, indem die meisten *Brachiopoden* und Korallen durch die ganze Schichtenfolge gehen; diese müssen daher zu einer Hauptgruppe zusammengefasst werden, die mit Gotlands Schichtenfolge und der englischen Wenlocketage äquivalent ist. Zu dieser Gruppe fügt er auch den Kalksandstein (5 α), den er als die niedrigste obersilurische Abteilung ansieht. Er fügt hinzu, dass er den englischen Ludlow und Aymestry mit dem Wenlock in faunistischer Beziehung als so genau verbunden ansieht, dass diese Abteilungen nur lokale Bedeutung haben können.

Einige dieser Bemerkungen RÖMERS sind besonders treffend, andere dagegen irreleitend. Als geübter Paläontolog sah er ganz richtig, dass KJERULF die Grenze zwischen dem Unter- und Obersilur allzu hoch angesetzt hatte; wenn auch der Kalksandstein nicht dem Obersilur zugerechnet werden darf, so bildet er jedenfalls eine ausgeprägte Übergangsabteilung, und RÖMERS Vorschlag ist daher ein bedeutender Fortschritt im Verhältnis zu KJERULFS Auffassung dieser Frage.

Nicht so glücklich ist er dagegen mit seinem Vorschlag, die untere und obere Malmøgruppe KJERULFS zusammenzuschlagen. Freilich zeigen ihre Formen besonders viele Übereinstimmungen, aber sie können doch in Wirklichkeit als natürliche Hauptgruppen innerhalb des Obersilurs aufrecht erhalten werden. Die Sache ist, dass man zur Zeit RÖMERS noch keine völlige Kenntnis der Fauna im Llandovery hatte, und während seines kurzen Besuches hier bekam er keine Gelegenheit, diese näher zu studieren; er vergleicht sie mit Wenlock, während sie faktisch eine ganze Reihe besonderer Formen hat.

Ferner meint er, dass KJERULF mit seiner Parallelisierung von 8 α und β mit dem Unteren Ludlow und dem Aymestrykalk nicht recht habe; diese beiden Abteilungen gehören nach RÖMER zum Wenlock. Diese Auffassung ist unzweifelhaft richtig, ebenso seine Behauptung, dass Ludlow in faunistischer Beziehung mit Wenlock genau zusammenhänge. Mit unseren eigentlichen Ludlowablagerungen (KJERULFS 8 γ)

hatte er keine Gelegenheit nähere Bekanntschaft zu stiften; auch KJERULF hatte sie keinem genaueren Studium unterworfen.

Trotz dieser Einwendungen ist RÖMERS Reisebericht ein für seine Zeit sehr hervorragender Beitrag zu dem rechten Verständnis unseres Obersilurs.

KJERULFS spätere Karten über die Umgegend von Kristiania brauchen nicht näher erwähnt zu werden, da sie in Bezug auf das Malmøgebiet keinen nennenswerten Fortschritt aufweisen; in rein topographischer Beziehung ist natürlich die (14 D. Christiania) vom Jahre 1869 von grösster Bedeutung.

Von viel grösserem Interesse für uns hier ist indessen der „Veiviser ved geologiske excursioner i Christiania omegn", den KJERULF im Jahre 1865 zusammen mit der 2ten Ausgabe seiner hübschen „Geologisk kart over Christiania omegn" im Massstabe von 1 : 100,000 herausgab. In seinem Verzeichnis über die Fossilien in den Etagen gibt er auch Fundorte an, und man kann daher hierdurch eine Vorstellung über die von ihm im Malmøgebiete getriebenen Untersuchungen erhalten. Sowohl aus dieser Liste als auch aus dem Material der Silursammlung aus KJERULFS Zeit ist ersichtlich, dass er eine für seine Zeit ganz eingehende Untersuchung der Schichtenreihen dieser Inseln vorgenommen haben muss. Kein anderes Silurgebiet ist von ihm so genau untersucht worden — es lag ja auch so bequem — und seine Einteilung des Obersilurs hier wurde denn auch ganz natürlich als typisch für die Entwickelung des Obersilurs im Kristianiagebiete im allgemeinen aufgefasst. Dies ist, wie in dieser Arbeit nachgewiesen worden, nicht das wirkliche Verhältnis, indem gerade das Malmøgebiet viele eigentümliche Facies hat, die nicht in anderen Gebieten angetroffen werden.

Folgende Formen werden von KJERULF im Jahre 1865 für das Obersilur auf Malmøen und den benachbarten Inseln aufgeführt:

Etage 6 (Etage 5β, KJERULF):

1. *Stictopora Malmøensis*, KJERULF. Malmø.
2. *Retepora Hisingeri*, M'COY. Malmøkalv.
3. *Nidalites favus*. Malmø[1].
4. *Aulacophyllum mitratum*, EDW. & H. Malmø.
5. *Chaetetes Fletcheri*, EDW. & H. Malmø, Malmøkalv.
6. *Favosites aspera*, D'ORB. Ulvø, Malmø.

---

[1] Vorkommen nicht sicher, Etage 6 oder 7.

7. *Favosites fibrosa*, Edw. & H. Malmø, Malmøkalv.
8. *Heliolites interstincta*, Edw. & H. Ulvø.
9. *Heliolites Murchisoni*, Edw. & H. Ulvø, Malmø (Malmø 6–7).
10. *Omphyma turbinata*, Edw. & H. Malmø.
11. *Omphyma subturbinata.* Malmø (auch 6).
12. *Clisiophyllum denticulatum*, Kjerulf. Malmø, Malmøkalv.
13. *Tentaculites annulatus*, Schl. Malmøkalv.
14. *Tentaculites ornatus*, Sow. Malmø.
15. *Leptaena transversalis*, Dalm. Malmø, Ulvø.
16. *Leptaena transversalis*, var. *major*, Kjerulf. Malmø, Ulvø.
17. *Orthis biloba*, L. Malmø, Ulvø.
18. *Orthis calligramma*, Dalm. Malmø.
19. *Orthis biforata*, Vern. Ulvø, Malmø.
20. *Pentamerus lens*, Sow. Malmø.
21. *Spirifer insularis*, Vern. Malmø, Malmøkalv.
22. *Pentamerus linguiferus*, Sow. Holm bei Sjursø (= *undatus*, Sow.).
23. *Euomphalus an discus.* Malmø.
24. *Acroculia cornuta*, His. Malmø.
25. *Cyclonema crebistria*, m'Coy. Malmø.
26. *Acroculia* sp. Malmø.
27. *Lituites undosus*, Sow. Malmø.
28. *Cryptonymus punctatus*, Wahl. Malmø, Malmøkalv, Ulvø.
29. *Phacops elegans*, Sars. Malmø, Malmøkalv.

Etage 7 (Etage 6—7, Kjerulf):

1. *Coenites juniperinus*, Edw. & H. Malmøkalv.
2. *Omphyma turbinata*, Edw. & H. Malmø.
3. *Clisiophyllum denticulatum*, Kjerulf. Malmø, Malmøkalv.
4. *Strombodes Murchisoni*, Edw. & H. Malmø, Malmøkalv (= *Calostylis* nov. sp.).
5. *Syringopora bifurcata*, Edw. & H. und *fascicularis*, Edw. & H. Malmø, Malmøkalv.
6. *Stromatopora striatella*, d'Orb. Malmø.
7. *Thecia Swinderenana*, Edw. & H. Malmø.
8. *Heliolites interstincta*, Edw. & H. Malmø.
9. *Propora tubulata*, Edw. & H. Malmø, Ulvø.
10. *Plasmopora follis*, Edw. & H. Malmøkalv.
11. *Crotalocrinus rugosus*, Mill. Malmø.

12. *Pentamerus oblongus*, Sow. Allg., var. jun. *laevis* auch in 5 β.
13. *Euomphalus funatus*, Sow. Malmø.
14. *Euomphalus sculptus*, Sow. Malmø.
15. *Murchisonia quinquecincta*, Kjerulf. Malmø.
16. *Orthoceras canaliculatum*, Sow. Malmø.
17. *Orthoceras Ludense*, Sow. Malmø.
18. *Bronteus nudus* (?), Ang. Malmø? (= *Bumastus* nov. sp.).

Etage 8, unterer Teil, *Graptolithen*schiefer (8 α, Kjerulf):

1. *Graptolithus Ludensis*, Murch. Malmø.
2. *Retiolites Gleinitzianus*, Barr. Malmøkalv.

Etage 8, oberer Teil (8 β, Kjerulf):

1. *Ptilodictya lanceolata*, Lonsd. Malmø.
2. *Ptilodictya elegantula*, Hall. Malmø.
3. *Cyathaxonia Dalmanni*, Edw. & H. Malmø.
4. *Streptelasma europaeum*. Malmø.
5. *Cyathophyllum* sp. Malmø.
6. *Favosites Forbesi*, Edw. & H. Malmø.
7. *Eucalyptocrinus decorus*, Phill. Malmø.
8. *Cornulites serpularius*, Schl. Malmø.
9. *Orthis elegantula* var. Malmø.
10. *Spirigerina*, d'Orb. Malmø.
11. *Spirifera plicatella*, Dalm. Malmø.
12. *Strophomena pecten*, Lin. Malmø.
13. *Rhynchonella borealis*, Schl. Malmø.
14. *Rhynchonella cuneata*, Dalm. Malmø.
15. *Cyclonema corallii*, Sow. Malmø.
16. *Cryptonymus punctatus*, Wahl. Malmø.
17. *Illaenus Barriensis*, Murch. Malmø.[1]

Obwohl die Bestimmungen nicht alle richtig sind, muss jedoch dies Verzeichnis der Fauna als vortrefflich bezeichnet werden, besonders wenn man berücksichtigt, dass es nicht Kjerulfs Absicht war, das Silur paläontologisch zu bearbeiten, sondern nur festzustellen, wie die Etagen faunistisch voneinander getrennt werden könnten.

Die wichtigeren Leitfossilien für die Hauptabteilungen des Obersilurs sind von Kjerulf gefunden, bestimmt und teilweise abgebildet worden.

[1] Hierzu kommt wahrscheinlich noch eine Reihe Formen, die aufgezählt werden, aber ohne Lokalitätsangabe.

Doch ist leicht zu sehen, dass die obersilurische Schichtenfolge auf dem Malmøgebiete nicht in allen Etagen mit gleicher Genauigkeit durchgearbeitet ist. So vermisst man z. B. eine faunistische Charakteristik von KJERULFS ursprünglicher Etage 7, die er hier mit seiner Etage 6 zu einer Hauptabteilung zusammenfasst. Hiervon wird nur *Crotalocrinus rugosus* erwähnt; dies ist ja freilich das allgemeinste Fossil, aber es gibt auch eine ganze Reihe anderer, sehr charakteristischer Formen, die nicht ungewöhnlich sind. Weniger glücklich ist es auch, dass er in seiner 8 β zwei faunistisch und petrographisch gut getrennte Niveaus vereinigt, nämlich den obersten harten Malmøkalk und die darunter liegende Schichtenfolge von Kalkplatten und Mergelschiefer. Der Grund hierzu wird sein, dass die erstgenannte Abteilung anscheinend versteinerungsarm und daher schwieriger zu erforschen ist als die darunter liegenden Schichten, die von Versteinerungen in gut erhaltenem Stande wimmeln.

Dass KJERULF keinen Versuch machte, die Etagen in Unterabteilungen zu gliedern, ist ganz natürlich; dies fiel nicht in den Rahmen seiner Aufgabe und hätte auch eine viel grössere und eingehendere Arbeit erfordert, als er diesem speziellen geologischen Gebiet widmen konnte.

Seit dem Jahre 1865 ist keine Arbeit veröffentlicht worden, die sich eingehender mit dem Malmøgebiet beschäftigt. KJERULF gibt weder in „Udsigten" noch in „Stenriget og fjeldlæren" neue Beiträge zu der Stratigraphie dieser Gegend.

Zu beachten ist jedoch, dass W. C. BRØGGERS spätere Modifizierung der KJERULFschen Etageneinteilung wesentlich auf Untersuchungen des Malmøgebietes basiert sein dürfte.

Die Einteilung des Obersilurs nach W. C. BRØGGER ist, was das Malmøgebiet betrifft, folgende[1]:

Etage 6.	Die *Brachiopoden*schiefer	ca. 110 m.	(2—3 Unterabteilungen).
Etage 7 a.	Der *Pentamerus*kalk . .	ca. 70 m.	
Etage 7 b.	Der *Crotalocrinus*kalk .	ca. 40 m.	
Etage 8 a.	Der *Monograptus*schiefer	ca. 80 m.	
Etage 8 b.	Der Malmøkalk	ca. 15 m.	

Diese Einteilung, die eine ganz vorläufige ist, unterscheidet sich von derjenigen von KJERULF wesentlich dadurch, dass KJERULFS Unterer

[1] Ganz kurze Bemerkungen in „Die Min. der Syenitpegmatitgänge", Zeitschr. f. Kryst. Bd. 16, 1890, Pag. 18. — „Norges Geologi" in „Norge i 19de Aarh." 1900, Pag. 6. Am ausführlichsten hat BRØGGER hiervon in seinen Vorlesungen mitgeteilt.

Malmøschiefer (5 β) als der untere Teil der obersilurischen Schichtenfolge aufgestellt ist. Die Begrenzung des Obersilurs ist hierdurch nach der modernen Auffassung durchgeführt worden.

Das bedeutende Material, das im Laufe der Jahre von ihm eingesammelt worden, sowie eine nicht veröffentlichte Karte über Malmø und Malmøkalv im Massstabe von 1:10,000, die der Verf. zu benützen Gelegenheit hatte, zeigt, dass Prof. Brøgger hier eine nicht geringe Arbeit verrichtet hat; schade nur, dass er nichts Näheres über das Ergebnis seiner Untersuchungen veröffentlicht hat. Seine ausgezeichnete Karte über die Inseln bei Kristiania[1] umschliesst nicht die eigentliche Malmøgruppe, da sich diese Arbeit bekanntlich nur mit den wesentlich untersilurischen Inseln bei Kristiania beschäftigt.

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Der allgemeine geologische Bau des innern Teiles des Kristianiafjords ist von W. C. Brøgger in seiner grundlegenden Arbeit über die Bildung des Kristianiafjords so eingehend geschildert worden, dass ich hier nur darauf hinzuweisen brauche.

Das Kristianiatal mit dem innern Teile des Kristianiafjords wurde von unseren älteren Geologen „das Christiania Silurbecken" genannt. Es ist dies nach Brøggers Schilderung ein grosses elliptisches Einsenkungsfeld, durch Verwerfungen in mehrere Stücke zerschnitten, die in dem mittleren Teil des Feldes relativ am stärksten eingesunken sind.

Das Malmøgebiet liegt auf dem östlichsten dieser grossen eingesunkenen Stücke oder Platten, die Næsodden und den Bundefjord umfassen. Durch die Einsenkung ist hier auch eine Drehung vor sich gegangen, so dass der östliche Teil mehr eingesunken ist als der westliche. Hierdurch erhält man eine Erklärung des Umstandes, dass man im Osten die jüngsten Teile der silurischen Schichtenreihe findet, die stark gefaltet auf der Urgebirgsplatte auflagert. Das obersilurische Gebiet liegt demgemäss am weitesten nach Osten, dicht bei der mächtigen Verwerfung längs der Westseite des Ekebergaas.

Die Faltung des Silurs auf diesem östlichen Stücke des Kristianiafjords ist im Detail ersichtlich aus Brøggers Karte über die Inseln bei

---

[1] Nyt Mag. f. Nat. 1890.

Kristiania (1 : 10,000) und aus der des Verfassers über das Malmøgebiet (1 : 10000). Sehr aufschlussreich ist auch eine Kartenskizze von BRØGGER in seiner erwähnten Arbeit (Fig. 10, Pag. 144).

Die Längsachsen der grossen hübschen Falten gehen ungefähr WSW.—ONO. und neigen etwas gegen ONO. Die Schichtenstellung ist auf der SO.-lichen Seite der Sättel etwas invertiert. In der Nähe der grossen Verwerfung des Ekebergaas erleiden die Faltungsachsen eine starke Neigung gegen W., was wahrscheinlicherweise als eine „Schleppung“ (BRØGGERS Kartenskizze Pag. 144) erklärt werden muss. Kleinere Verwerfungen treten auch sehr allgemein auf, sowohl Längsverwerfungen als auch Querverwerfungen.

Auf mehreren der nördlichen Inseln finden sich Reste der ältesten Abteilung des Obersilurs in den Mulden, so z. B. auf Søndre und Nordre Langø, Rambergø, Hovedø, Sjursø, Kneppeskjær und schliesslich ein ganz kleiner Rest auf der kleinen Halbinsel „Kollen“, gerade gegenüber der Eisenbahnstation Bækkelaget. Die grösste Verbreitung haben diese untersten Schichten des Obersilurs auf Hovedø und Sjursø. Alle diese Vorkommnisse sieht man ausgezeichnet auf BRØGGERS Karte, worauf hingewiesen wird. Es ist deutlicherweise die steile, oder oft sogar invertierte Schichtenstellung auf der Südostseite der Sättel, die bewirkt hat, dass Reste dieser Schichtenreihe oberhalb des Meeresspiegels erhalten sind, indem sie sich nur an einer Stelle (Nordre Langø) über dem Kalksandstein auf der schwächer neigenden Nordwestseite der Sättel finden.

Im Südosten, gerade an der Westseite des Ekebergaas, liegt alsdann das obersilurische Hauptgebiet auf Malmø, Malmøkalv, Ulvø, Tistilholmen und Ormø. BRØGGERS Karte über die Inseln bei Kristiania umfasst nur Ormø, die übrigen finden sich auf der Karte des Verfassers über das Malmøgebiet im Massstabe von 1 : 10000 (Karte III). Ich habe eine Manuskriptkarte von BRØGGER über Malmø und Malmøkalv (1 : 10000) benutzen können, die mir für die mehr detaillierte Kartierung von grossem Nutzen gewesen ist.

Die Karte hat als Grundlage eine vom Kristiania Hafenamt aufgenommene Detailkarte, deren Tiefenkurven uns Verschiedenes von Interesse zeigen; man sieht deutlich, dass alle diese Inseln, die ich die Malmøgruppe nenne, auf einer gemeinsamen, ganz seichten Plattform liegen, auf allen Seiten von tiefem Wasser umgeben. Die Faltung ist dieselbe wie früher erwähnt, mit Achsenlinien ungefähr NSW.—ONO., die Senkung der Achsenlinien nach ONO. zu ist besonders deutlich auf Malmø zu sehen. Die Umbiegung der Schichtenstellung, der Verwerfung des Ekebergaas zunächst, ist auf Tistilholmen und Ulvø

deutlich. Im ganzen wird die Schichtenstellung hier im Osten mehr kompliziert mit stärkerer Zusammenpressung und zahlreicheren Verwerfungen.

Die Karte ist in so grossem Massstabe ausgeführt, dass ich es nicht notwendig fand, mehr als ein paar Profile hinzuzufügen, um den Bau zu veranschaulichen.

Von den Inseln der Malmøgruppe schliesst sich Ormø den nördlich gelegenen Inseln eng an; sie ist wie diese wesentlich aus Untersilur aufgebaut, dessen Schichtenreihe stark zusammengepresst und von mehreren Längsverwerfungen durchschnitten ist. Über den südlichen und höchsten Teil der Insel geht ein Zug aus Kalksandstein (5 b), der wiederum von Tonschiefer und Kalksandsteinplatten überlagert wird; diese unterste Zone von Etage 6 ist indessen nur in geringer Mächtigkeit entblösst, da die südlichste Böschung der Insel überdeckt ist.

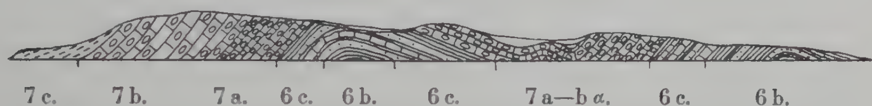


Fig. 22. Profil durch den südlichen Teil der Ulvø. 1:5000. Etwas schematisch.

In dem eingeschlossenen, ganz seichten Bassin zwischen Ormø, Malmø, Ulvø und dem Festlande liegt die kleine Insel Tistilholmen („Skildpadda"). Ihr runder, ganz kahler Rücken wird aus dem obersten Teil von Unterem Llandovery und dem unteren Teil von Oberem Llandovery aufgebaut; diese Schichtenreihe ist durch die Mitte der Insel von steilen Falten durchsetzt. Ein paar Querverwerfungen durchschneiden sie; besonders deutlich ist die Westspitze durch eine solche getrennt, wodurch das westliche Stück eingesunken ist.

Südwestlich von Tistilholmen liegt das kleine Galteskjær, auf dem die Übergangsschichten vom Unteren zum Oberen Llandovery ausgezeichnet entblösst sind; sie bilden hier einen schwachen Sattel.

Südlich von diesen kleinen Inseln liegt die grosse Ulvø. Es ist eine rundliche, dicht bewaldete Insel, deren nördliche Seite steil emporsteigt bis zu einer Höhe von ca. 40 m.; von hier aus senkt sie sich gegen die niedrige Südwestküste zu, die in mehreren seichten Buchten ausgegraben ist. Sie bilden die Abschliessung kleiner Talversenkungen.

Die Schichtenfolge von Ulvø geht von dem mittleren Teil des Unteren Llandovery (Etage 6) bis zu dem oberen Teil des Oberen Llandovery (Fig. 22). Die Schichten liegen zusammengefaltet in mehreren grossen

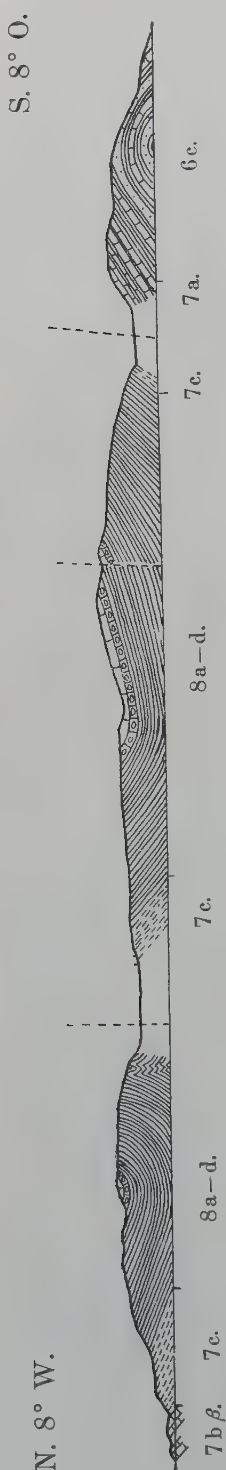


Fig. 23. Längenprofil durch die Malmø, von der Nordspitze nach der Südküste. 1:6250. Etwas schematisch.

Falten, wie meine Karte zeigt. Die besten Profile finden sich längs der Nordküste, die im Verein mit Tistilholmen eine grosse Mulde bildet. Östlichst sieht man das Streichen der Schichten bogenförmig zusammenlaufen; man hat somit hier dieselbe Schleppungserscheinung wie auf den nördlichen Inseln. Die Nordküste von Ulvø ist, wie man sieht, von Querverwerfungen durchschnitten, die auch längs der Ostküste durchschneiden. In den südwestlichen Landzungen ist das Untere Llandovery ausgezeichnet entblösst. Der innere Teil der Insel ist stark bewaldet, so dass es hier unmöglich ist, die Verbreitung der verschiedenen Zonen mit Genauigkeit zu verfolgen.

Im Westen haben wir dann Malmø, die grösste und wichtigste der obersilurischen Inseln. Sie hat eine eigentümliche Form. Von Nordwest schneidet eine breite Bucht, Skinnerbugten, in die Insel hinein und teilt sie in einen breiten nördlichen und südlichen Teil, die durch eine schmale mittlere Partie verbunden werden. Der südwestliche Teil der Insel (Sydskogen) erreicht eine Höhe von 42 m., der nördliche breite Teil eine solche von 48 m. Der mittlere schmale Teil bildet einen bis 52 m. hohen schmalen Kamm, der im Westen jäh in Skinnerbugten hinabstürzt. Östlich von diesem Kamme liegt ein niedriges, ausgezacktes Vorland, das durch eine mächtige, N.—S.-gehende Verwerfung von dem übrigen Teil der Insel getrennt ist. Diese Verwerfung, die von Brøgger nachgewiesen worden, tritt auf der Karte deutlich hervor, indem sie 2 ganz verschieden aufgebaute Teile von Malmø trennt.

Der grössere westliche Teil wird aus einer Schichtenreihe von dem mittleren Teil des Unteren Llandovery ganz bis zu dem obersten Teil von Wenlock (Etage 6 b—8 d) aufgebaut

Diese Schichtenreihe liegt in grossen, schönen Falten mit einer grossen Mulde im mittleren Teil, dessen Achse nach ONO. neigt (Fig. 23). Der niedrige östliche Teil der Insel besteht dagegen aus dem unteren Teil des Unteren Llandovery, fast überall in scharfen Falten. Hier finden sich auch mehrere, durch Verwerfungen abgeschnittene Stücke von Etage 5 b, dem Kalksandstein. Mitten auf der Insel grenzt auf diese Weise das untere Ludlow an den obersten Teil des Untersilurs.

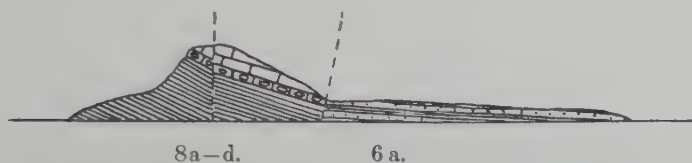


Fig. 24. Querprofil durch den mittleren Teil der Malmø, von Skinnerbugten nach der Dampfschiffsbrücke. 1 : 5000. Etwas schematisch.

Der westliche Teil von Malmø ist demnach ausserordentlich stark eingesunken; die Senkung dieses Stückes lässt sich auf ca. 300 m. anschlagen. Im Süden scheint diese grosse Verwerfung in mehrere Zweige geteilt zu werden; im Norden muss man vermuten, dass sie nach Nordost biegt durch den Sund zwischen Malmø und Ormø.

Der westliche Teil von Malmø wird auch von Längsverwerfungen durchschnitten. Eine solche folgt vermutlich der breiten, teilweise überdeckten Versenkung, die über den nördlichen breiteren Teil der Insel ungefähr in der Streichrichtung geht. Am besten sieht man dies in dem Profil längs der Westküste (Fig. 25).

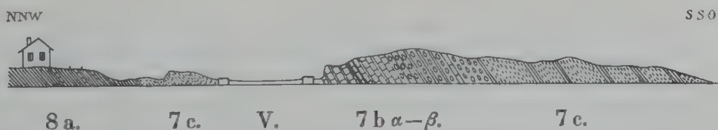


Fig. 25. Profil am Ufer nördlich von Skinnerbugten auf Malmø. Ca. 1 : 2500. Bei V. geht die Verwerfung durch.

Gleichfalls nehme ich an, dass die niedrigen Landzungen, die in dem südlichen Teil von Skinnerbugten hervorspringen, zu einem Stücke gehören, das von dem südlich davon gelegenen, breiten Höhenrücken durch eine Verwerfung getrennt ist, wodurch das südliche Stück eingesunken ist.

Übrigens sind kleinere Verwerfungen zahlreich vorhanden und in den meisten Profilen zu sehen.

Im ganzen ist die Tektonik von Malmø ziemlich kompliziert und nicht so einfach, wie KJERULFS altes Profil zu zeigen scheint. Das hier in dieser Arbeit mitgeteilte Profil (ungefähr NS.) geht durch den mittle-

ren Höhenrücken der Insel und folgt nicht ganz der Fallrichtung der Schichten. Es ist mit dem wirklichen Verhältnis zwischen Höhe und Länge gezeichnet.

Dicht neben der Westseite von Malmø liegt die kleine Insel Kalven oder Malmøkalv. Es ist eine nur ca. 16 m. hohe Insel mit ausgezeichneten Schnitten durch das Untere und Obere Llandovery, deren Schichtreihen hier in starken Falten liegen; im Süden bildet das Untere Llandovery einen hübschen Sattel, während im Norden das Obere Llandovery zusammen mit dem *Pentamerus*kalk auf den Hartus-Scheren die darauf folgende Mulde bildet.

Die Insel ist durch eine Querverwerfung in zwei Teile geteilt, wie gewöhnlich mit Senkung des westlichen Teiles.

Auf der Westküste sieht man mehrere Längsverwerfungen und Zusammenpressungen der Schichtenreihe.

Nach dieser kurzen Schilderung des geologischen Baues der Inseln sieht man, dass dies kleine obersilurische Gebiet von einer Menge Verwerfungen, einem ganzen Netzwerk, durchsetzt ist, die das Gebiet in kleinere Stücke zerteilen und oft eine sichere Mächtigkeitsbestimmung der einzelnen Zonen in hohem Grade erschweren, ja zuweilen unmöglich machen. Besonders treten mehrere N.—S.-gehende Verwerfungen mit teilweise sehr starken Einsenkungen der westlichen Stücke hervor; das Gebiet sinkt mit anderen Worten treppenförmig gegen Westen hinab.

Stratigraphisch-faunistische Beschreibung.

Die obersilurische Schichtenfolge im Malmøgebiete ist die von Kjerulf am genauesten untersuchte; er betrachtete sie als typisch für das Kristianiagebiet im ganzen genommen. Dies ist jedoch, wie schon hervorgehoben, nicht der Fall; vielmehr finden sich hier eine ganze Reihe eigentümlicher Facies, die sich an anderen Stellen nicht wiederfinden. Gerade dieses Verhältnis macht indessen dieses Gebiet interessant.

Die Schichtenfolge lässt sich nach der sedimentären Entwickelung mit Leichtigkeit in eine Reihe Abteilungen gliedern, von denen die wichtigsten im Jahre 1857 von Kjerulf aufgestellt und in Etagen gruppiert wurden, die mit einigen Veränderungen bis auf den heutigen Tag beibehalten sind. Ich verweise auf die historische Übersicht.

Mehrere dieser KJERULFschen Abteilungen sind indessen in faunistischer Hinsicht ganz unvollständig studiert worden, und ich werde im folgenden auf Grund eingehenderer Untersuchungen zeigen, in welcher Ausdehnung sie sich aufrecht halten lassen.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

(KJERULFS Unterer Malmøschiefer, 5 β. BRØGGERS Etage 6).

KJERULFS Etage 5 β, der untere Malmoschiefer, der später von BRØGGER Etage 6 genannt wurde, ist sehr gut abgegrenzt; es ist eine ca. 150 m. mächtige Schichtenfolge von Tonschiefer mit dünnen Schichten aus feinem Kalksandstein und Kalk, die mit jähem Übergang auf den charakteristischen Kalksandstein oberst im Untersilur folgt und wiederum von den dichten Kalkschichten des Oberen Llandovery überlagert wird.

Etage 6 hat unter den obersilurischen Etagen des Gebietes die grösste Verbreitung. Ihre ganze Schichtenreihe findet sich jedoch nirgends in zusammenhängendem Profil entblösst, und die Mächtigkeit lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, dagegen lassen sich ihre Zonen in einer ganzen Reihe von ausgezeichneten Profilen studieren, die erschöpfende Aufschlüsse über die Entwickelung der Fauna geben.

Man kann die Etage in folgende Abteilungen gliedern, die mit Leichtigkeit gesondert werden können:

6 a. Die Zone mit *Climacograptus normalis*, LPW. 50—60 m.
- 6 a α. Die Schichten mit *Climacograptus normalis*, LPW., ca. 50 m.
- 6 a β. Die Schichten mit *Barrandella undata*, Sow., ca. 10 m.(?)

6 b. Die Zone mit dem *Atrypa reticularis*-Schiefer, ca. 50 m.
- 6 b α. Der *Bilobites biloba*-Schiefer, ca. 30 m.
- 6 b β. Der reiche *Atrypa reticularis*-Schiefer, ca. 20 m.

6 c. Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow.
- 6 c α. Die reichen *Stricklandinia lens*-Schichten, 20—30 m.
- 6 c β. Die reichen *Stictopora*-Schichten, 7—9 m.

Die ganze Etage erhält somit eine Gesamtmächtigkeit von ca. 150 m.

6 a. Die Zone mit Climacograptus normalis, Lpw., oberst mit den Barrandella undata-Schichten.

Die älteste Zone des Obersilurs besteht aus einer vermutlich 50—60 m. mächtigen Schichtenreihe mit Tonschiefer und Kalksandsteinschichten, unten sehr versteinerungsarm, nur mit Spuren von *Climacograptus*.

Die Verbreitung dieser Zone auf den Inseln nördlich von Malmø ist aus Brøggers Karte über die Inseln bei Kristiania ersichtlich. Sie zeigt, dass sich grössere oder kleinere Reste davon auf mehreren der Inseln über dem Kalksandstein finden, nämlich auf Hovedø, Sjursø, Rambergø, Nordre und Søndre Langø. Wie man sieht, findet sie sich besonders auf der nordwestlichen Seite der Kalksandstein-Mulden, wo die Schichtenstellung steil oder sogar invertiert ist. Am besten entblösst ist sie auf Hovedø und Sjursø. In der eigentlichen Malmøgruppe findet sich 6 a auf der Südseite der Ormø und in noch grösserer Verbreitung auf



Fig. 26. Unterer Teil der Zone 6 a auf Rambergø. Nach einer Photographie des Verfassers. Reichlicher Tonschiefer und dünne Kalksandsteinschichten.

der Ostseite der Malmø; hier sind die flacheren Landzungen im Osten von der grossen Verwerfung wesentlich aus Schichten dieser Zone aufgebaut.

Von Interesse ist der direkte Übergang vom Kalksandstein zum Unteren Llandovery. Über der oberen Kalksandsteinbank mit groben Quarzkörnern liegen zunächst ca. 0.6 m. feiner Kalksandstein, darauf folgen 0.6 m. mit 12—15 Kalkknollenschichten mit spärlichem Schiefer und dann erst der gewöhnliche feine Schiefer mit Kalksandsteinplatten in 6 a. Diese ca. 0.6 m. dicke Bank mit Kalkknollenschichten (Fig. 27) ist an vielen Stellen entblösst — ausgezeichnet auf Sjursø und Hovedø — und

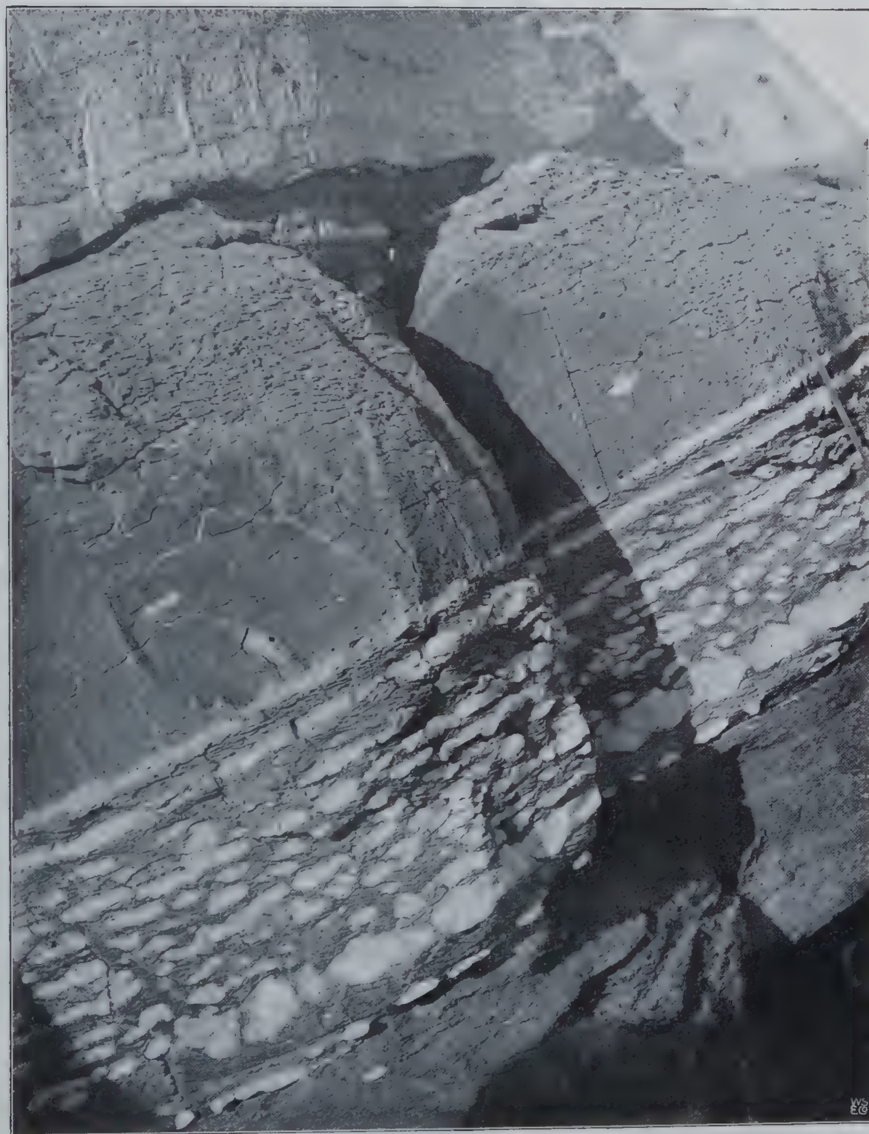


Fig. 27. Die untersten Kalkknollenschichten der Zone 6 a auf der Südostseite von der Hovedø. Die Schichtenfolge ist invertiert.
Nach einer Photographie des Verfassers.

ist sehr charakteristisch für das Malmøgebiet. Sie ist sehr versteinerungsarm, nur auf Søndre Langø, Hovedø und Rambergø habe ich Fragmente einer *Illaenus*-Form gefunden, die *I. rotundus*, KIÆR, gleicht und von den sich in Etage 5 befindenden verschieden ist. Diese Kalkknollenschichten müssen daher als die allerniedrigsten Schichten des Obersilurs im Malmøgebiete angesehen werden.

Nun folgt Tonschiefer mit Platten aus feinem Kalksandstein in bedeutender Mächtigkeit (Fig. 28, I); der Schiefer ist graugrün mit feinen Glimmerblättchen und ist am reichlichsten im unteren Teile (z. B. auf Hovedø, Rambergø, Fig. 26). Die Kalksandsteinplatten zeigen oft zahlreiche Kriechspuren und sind mit feinen Glimmerblättchen belegt. Hin und wieder findet sich eine dünne Schicht aus reinerem Kalk. Diese Abteilung ist ausserordentlich versteinerungsarm; nur auf der Südseite von Ormø habe ich in dem Schiefer schlechte Exemplare von *Climacograptus normalis*, LPW. gefunden. Auch MARR führt in seinem Bericht über eine Reise hier im Lande an, dieselbe Form gefunden zu haben. Dieser Fund ist von Interesse für die Parallelisierung dieser Zone mit andern Silurgebieten.

Sowohl auf Sjursø als auch auf Hovedø kommt man oberst in der Schichtenreihe in eine andere Faciesentwickelung hinein (Fig. 28, II).

Besonders deutlich ist dies auf der Südküste von Sjursø zu sehen. Unmittelbar in der Nähe der Dampfschiffsbrücke auf der östlichsten Landzunge wird die obersilurische Schichtenreihe oberst etwas verändert (südlich vom Wege). Die Kalksandsteinschichten sind dünn und etwas spärlicher, und es finden sich sparsame Schichten von hellblauem Kalk und einzelne lange, dünne Kalklinsen. Der Schiefer enthält jetzt einzelne Fossilien, die sich jedoch in grösster Menge in den Kalklinsen fanden.

Ich habe hier folgende Formen gesammelt:

Favosites asper, D'ORB. Selten.
Leptaena transversalis, DALM. Selten.
Atrypa imbricata, SOW. Selten im Schiefer.
Meristella subundata, M'COY. Allg. im Schiefer.
Barrandella undata, SOW. Teilweise allg. in Kalklinsen.
Illaenus sculptus, KIÆR (nov. sp.). Selten.
Phacops elliptifrons, ESM. } In grosser Anzahl in einer
Calymene sp. } Kalklinse.
Cyrthoceras sp. } In Kalklinsen.
Gomphoceras sp. }

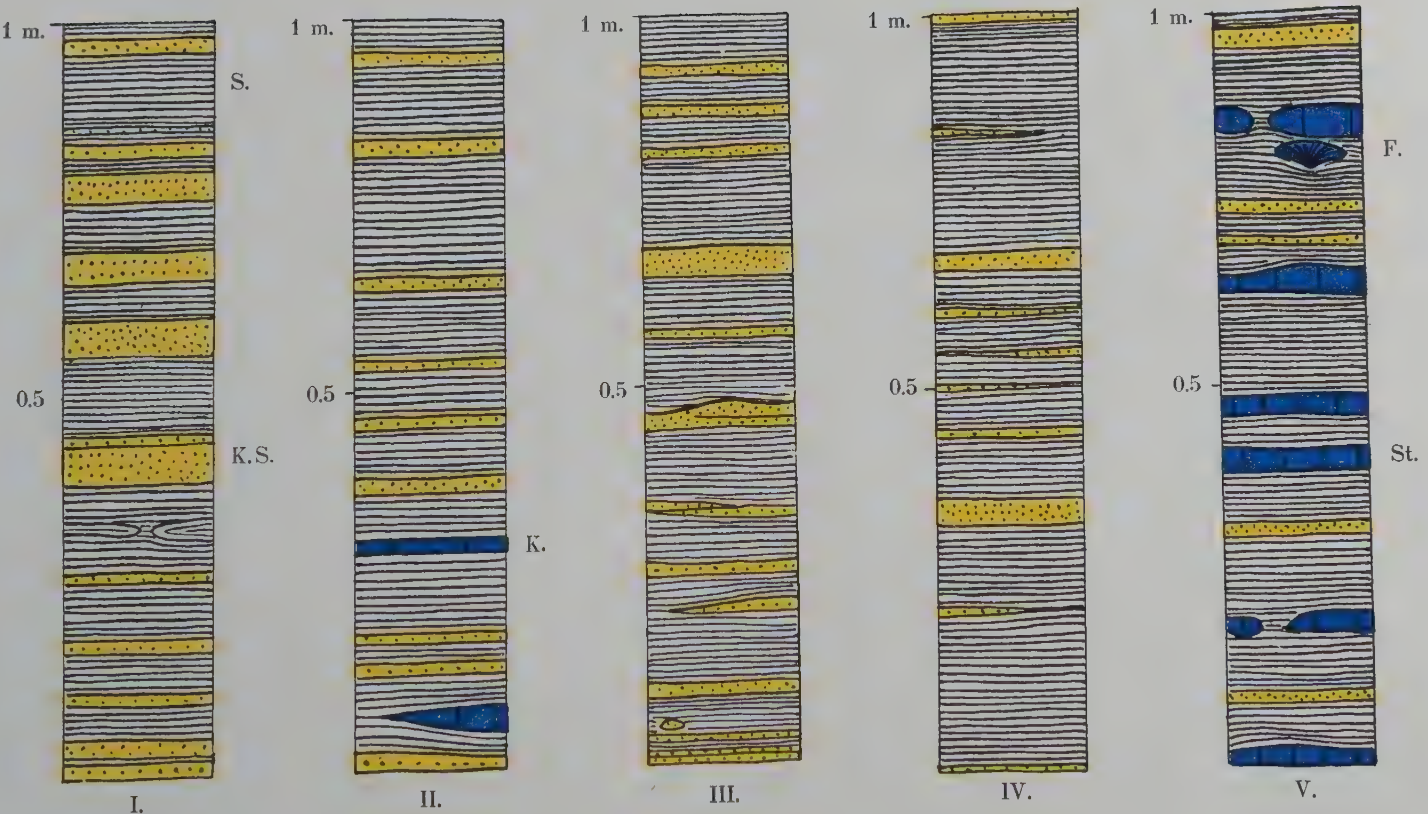


Fig. 28. Beispiele der Schichtenfolge in den Zonen 6 a—c. 1 : 10.

I. 1 m. der Schichtenfolge im oberen Teil der 6 a α auf der Sjursø. II. 1 m. in der 6 a β auf der Sjursø. III. 1 m. im unteren Teil der 6 b α auf der SW.-Seite der Malmø. IV. 1 m. der 6 b β auf der SW.-Seite der Malmø. V. 1 m. der 6 c α auf der SW.-Spitze der Malmø. *F.* Stock von *Favosites*. *K.* Kalkschichten (blau). *K. S.* Kalksandsteinschichten (gelb). *S.* Tonschiefer. *St.* Reiche *Stricklandinia*-Schicht.

Die allgemeinsten sind *Meristella subundata*, M'COY und *Barrandella undata*, SOW.; diese habe ich auch auf dem Sjursøskjær gefunden und erstere sehr allgemein in den obersten Schichten auf Hovedø.

Diese Fauna ist nahe verwandt mit derjenigen, die sich zu unterst in der folgenden Zone der Malmøgruppe findet; ganz stimmen sie nicht überein. Ich habe hier jedoch angenommen, dass keine grössere Lücke ist zwischen diesen obersten Schichten auf Sjursø und Hovedø und dem untersten Teil der Zone 6 b in den Profilen auf der Westseite von Malmø, Malmøkalv und Ulvø. Einen bedeutenden Fehler wird man jedenfalls hierdurch nicht machen.

Eine noch grössere Übereinstimmung zeigt indessen diese Fauna mit der noch reicheren *Brachiopoden*fauna in der Zone 6 a in Bærum und Asker, wo z. B. *Barrandella undata*, SOW. stellenweise unterst formationsbildend auftritt. Ich glaube deshalb die betreffenden Schichten im Malmøgebiete als den oberen Teil der Zone 6 a auffassen zu müssen. Die Zone 6 a zerfällt somit hier in zwei Unterabteilungen.

6 a α. Die Schichten mit *Climacograptus normalis*, LPW., 40—50 m.
6 a β. Die Schichten mit *Barrandella undata*, SOW., ca. 10 m.(?).

Durch diese Begrenzung der untersten Zone scheint 6 a eine Mächtigkeit von 50—60 m. zu haben.

Es ist mir indessen nicht gelungen eine sichere Mächtigkeitsbestimmung zu machen. Auf Sjursø scheint die Mächtigkeit grösser zu sein (60—70 m.), wenn das Profil nicht von Verwerfungen durchsetzt wird. Dies ist aber nicht unwahrscheinlich. Auf Hovedø kommt man in den besten Profilen zu kleineren Zahlen, nämlich 40—50 m. Als Mittel habe ich 50—60 m. angenommen.

Die Zone 6 a hat somit hier eine ganz andere Entwickelung als die, welche sich auf Ringerike findet; sie findet sich in dieser Facies auch nicht in anderen Gebieten unseres Obersilurs wieder.

6 b. Die Zone mit dem Atrypa reticularis-Schiefer.

Wie schon erwähnt bei der Schilderung der vorhergehenden Zone habe ich im Malmøgebiete kein Profil gefunden, das die Schichtenfolge auf Sjursø und den anderen nördlichen Inseln mit den nächst jüngeren Schichten des Unteren Llandovery auf Malmø, Malmøkalv und Ulvø mit völliger Sicherheit verbinde. Auch nicht die Vorkomnisse von 6 a auf der Ostseite von Malmø geben sichere Aufschlüsse über die Übergangsschichten von 6 a zu 6 b. Man muss jedoch annehmen, dass zwischen

den obersten Schichten auf den nördlich von der Malmøgruppe gelegenen Inseln und dem unteren Teil der typischen Zone 6 b auf Malmø etc. keine grössere unbekannte Schichtenreihe sich befinde. Die *Brachiopoden*faunen in beiden sind nahe verwandt.

Die Zone 6 a besteht aus einer ca. 50 m. mächtigen Schichtenreihe mit graugrünem Schiefer, dünnen Kalksandsteinschichten und sehr sparsamen Kalkschichten. Zwei Unterabteilungen können hier unterschieden werden, nämlich:

6 b α. Der *Bilobites biloba*-Schiefer, ca. 30 m.
6 b β. Der reiche *Atrypa reticularis*-Schiefer ca. 20 m.

6 b α. Der *Bilobites biloba*-Schiefer.

Die Schichtenfolge besteht hier aus graugrünem Schiefer mit dünnen Kalksandsteinschichten (1—4 cm.) und einzelnen dünnen Kalkschichten; die Kalksandsteinschichten zeigen oft unregelmässige Spuren (Fig. 28, III). Die Mächtigkeit beträgt ca. 30 m. Im Schiefer kommen wesentlich *Brachiopoden* vor, doch nicht in grösseren Mengen; fast alle sind kleine Formen und Varietäten. Ich habe gefunden:

Callopora sp. Allg.
Favosites sp. Selten, in ganz kleinen Kolonien.
Orthis canaliculata, Ldm. Allg.
Bilobites biloba, L. Sehr allg. in kleinen Ansammlungen.
Skenidium Lewisii, Dav. Selten.
Leptaena transversalis, Dalm. (var. *minor*). Allg.
Atrypa reticularis, L. Nicht allg. und in kleinen Expl.
Leptocoelia hemisphaerica, Sow. Selten.
Meristella subundata, m'Coy. Allg.
Phacops elliptifrons, Esm. Nicht allg.
Calymene nov. sp. Allg. im oberen Teil.

In dem mittleren Teil der Schichtenreihe treten einzelne dünne Kalkschichten auf, die oft sehr versteinerungsreich sind. Eine Schicht ergab sich z. B. als buchstäblich aufgebaut aus unzähligen Schalen der kleinen Varietät von *Leptaena transversalis*, Dalm. mit spärlichen Fragmenten von *Encrinurus punctatus*, Brünn. Eine andere enthielt eine etwas grössere Varietät derselben Form, die somit hier vollständig formationsbildend auftritt.

Wie man sieht, ist die Fauna dieser Schichtenreihe in der Hauptsache eine *Brachiopoden*fauna; besonders muss hervorgehoben werden,

dass fast alle Formen, die auftreten, klein sind; mehrere finden sich in auffallend kleinen Varietäten, wie *Atrypa reticularis*, L. und *Leptaena transversalis*, Dalm. Die Fauna hat mit anderen Worten den Charakter einer Mikrofauna. Keine der aufgezählten Formen ist für diese Unterzone eigenartig; aber die Tiergesellschaft ist doch eigentümlich durch das allgemeine Auftreten einzelner, sonst seltener Formen. Besonders hervorzuheben ist die kleine, hübsche *Bilobites biloba*, L.

6 b β. Der reiche *Atrypa reticularis*-Schiefer.

Auf den *Bilobites biloba*-Schiefer folgt eine ähnliche Schichtenfolge mit graugrünem Schiefer und dünnen Kalksandsteinschichten in einer Mächtigkeit von ca. 20 m. Der Schiefer ist hier reichlicher und die Kalksandsteinschichten sind dünner als früher. Zu oberst fangen Kalkschichten an sich einzufinden; sonst sieht man nur hin und wieder kleine Kalkansammlungen (Fig. 28, IV).

Der Schiefer ist besonders in dem oberen Teil äusserst reich an Fossilien, speziell *Brachiopoden*. Ich habe in dieser Schichtenreihe eingesammelt:

Favosites asper, d'Orb. Nicht selten in kleinen Kolonien.
Propora sp. Selten.
Monotrypa, sp. Nicht selten.
Orthis canaliculata, Ldm. Sehr allg.
Platystrophia biforata, Schl. Allg.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse Var. In Mengen.
Leptaena transversalis, Dalm. Kleine Var. Allg.
Triplecia insularis, Eichw. Selten.
Rhynchonella borealis, Schl. Var. Selten.
Atrypa reticularis, L. In Mengen.
Meristella subundata, m'Coy. Sehr allg.
Meristella sp. Selten.
Barrandella undata, Sow. Nicht allg.
Strophomena rhomboidalis, Wilck. Nicht selten.
Strophomena antiquata, Sow. Selten.
Phacops elliptifrons, Esm. Allg.
Encrinurus punctatus, Brünn.
Calymene nov. sp. Selten.
Bumastus brevis, Klær (nov. sp.), teilweise allg.
Trochus sp. Selten.

Um den Fossilienreichtum dieser Zone und das Mengenverhältnis, in dem die einzelnen Formen im allgemeinen auftreten, zu illustrieren, nahm ich eine Einsammlung auf der Südwestspitze von Ulvø vor, wobei alle besseren Exemplare aufgelesen wurden. Der Schiefer ist nämlich ziemlich leicht verwitternd, so dass die Schalen oft frei werden.

Diese Einsammlung ergab nach Verlauf von ungefähr einer Stunde folgendes Resultat:

1. *Atrypa reticularis*, L.	Grosse Exemplare .	125	Expl.
do. *do.*	Mittlere „ . .	250	„
do. *do.*	Kleine „ . .	50	„
		425	„
2. *Leptaena transversalis*, Dalm.	Die grosse Var.	65	„
3. *Meristella subundata*, M'Coy.		23	„
4. *Orthis canaliculata*, Ldm.		18	„
5. *Phacops elliptifrons*, Esm.		16	„
6. *Leptaena transversalis*, Dalm.	Die kleine Var.	5	„
7. *Platystrophia biforata*, Schl.		5	„
8. *Barrandella undata*, Sow.		3	„
9. *Triplecia insularis*, Eichw.		2	„
10. *Meristella* sp.		2	„
11. *Strophomena antiquata*, Sow.		2	„
12. *Calymene* nov. sp.		1	„
13. *Encrinurus punctatus*, Brünn.		1	„
14. *Favosites asper*, d'Orb.		1	„
15. *Monotrypa* sp.		1	„
16. *Gastropode*		1	„

Hierbei ist zu bemerken, dass *Brachiopoden* mit dünnen Schalen wie *Leptaena transversalis*. Dalm. (die grosse Var.) durch Auswitterung leichter zerbröckeln als andere Formen. Diese Form ist daher wahrscheinlich in Wirklichkeit zahlreicher vorhanden, da ich keine Fragmente einsammelte. Wenn somit auch die Einsammlung nicht das Mengenverhältnis zwischen den verschiedenen Formen vollständig korrekt wiedergibt, so muss sie doch annähernd die richtigen Verhältnisse geben. Wie man sieht, ist *Atrypa reticularis*, L. vollständig dominierend, indem fast 75 % der eingesammelten Fossilien zu dieser Form gehören. Die grosse Varietät von *Leptaena transversalis*, Dalm. beträgt etwas über 11 %. *Meristella subundata*, Sow., *Orthis canaliculata*, Ldm. und *Phacops elliptifrons*, Esm. treten mit 3—4 % auf, während die übrigen Formen nicht über 1 % erreichen.

Die Fauna ist somit eine ausgeprägte *Brachiopoden*fauna mit Massenauftreten der beiden erstgenannten Formen. In dieser *Brachiopoden*schieferfacies müssen die Lebensbedingungen weit günstiger gewesen sein als in der vorhergehenden Zone; nicht allein treten die Fossilien in ungleich grösserer Anzahl auf, sondern sie sind auch durchgehends grösser und kräftiger.

In den dünnen Kalkschichten, die sich in dem oberen Teil einfinden, finden sich oft Mengen von *Brachiopoden*, von denen in der Regel eine einzelne Art in jeder Schicht dominierend ist. Eine Schicht war z. B. voll von *Atrypa reticularis*, L., eine andere von der grossen Varietät von *Leptaena transversalis* mit spärlicheren Exemplaren von *Atrypa* und Spuren von *Phacops elliptifrons*, Esm. Wir haben hier ausgeprägte *Brachiopoden*formationen, die wir so oft in unserem Obersilur antreffen.

Auch *Trilobiten* können in grösserer Menge auftreten; so fanden sich in einer kalkreichen Ansammlung Massen von *Phacops elliptifrons*, Esm., *Encrinurus punctatus*, W. und *Calymene* nov. sp.

Die Verbreitung der Zone 6 b wird später mit der Zone 6 c zusammen besprochen.

Etage 6 c. Die Zone mit Stricklandinia lens, Sow.

Der obere Teil des *Brachiopoden*schiefers, der dünne Kalkschichten führt, geht ganz gleichmässig in die oberste Zone von Etage 6 über, die sich durch das massenhafte Auftreten der grossen, prächtigen *Stricklandinia lens*, Sow. auszeichnet. Die Grenze zwischen den beiden Zonen habe ich da gesetzt, wo sich die ersten Spuren dieser charakteristischen Form zeigen, die sich in dem untern Teil der Etage nicht findet.

6 c ist eine (30—) 40 m. mächtige Abteilung, die sich in 2 lokale Unterzonen teilen lässt:

6 c α. Die reichen *Stricklandinia lens*-Schichten, 20—30 m.
6 c β. Die reichen *Stictopora*-Schichten, 8—9 m.

6 c α. Die reichen *Stricklandinia lens*-Schichten.

Diese Schichtenreihe besteht aus graugrünem Tonschiefer, dünneren und dickeren Kalksandsteinschichten und zahlreichen Kalkschichten (Fig. 28, V). Diese letzten sind 2—5 cm. dick und meist sehr versteinerungsreich, wohingegen der Schiefer nicht so versteinerungsreich ist wie früher. Einzelne Kalkschichten sind gleichmässige Kalkplatten mit ausserordent-

lich versteinerungsreicher Oberfläche, die oft schön ausgewittert zu sehen ist. Feine *Bryozoen*zweige, *Tentaculiten*, *Trilobiten*fragmente und vielerlei *Brachiopoden* liegen hier dicht nebeneinander in reicher Variation. Das Innere solcher Platten pflegt versteinerungsarm zu sein. Andere Kalkschichten sind wesentlich aus *Brachiopoden*schalen aufgebaut; meistens herrscht eine einzelne Form und eine ausgeprägte Tierformation vor. Besonders *Stricklandinia lens*, Sow. baut eine Menge von Schichten auf und verleiht durch ihr massenhaftes Auftreten der Fauna dieser Zone ein charakteristisches Gepräge. Sie tritt in mehreren Varietäten auf, und jede *Stricklandinia*-Schicht führt wesentlich eine einzelne von diesen. Von ein und derselben Varietät treten gern kleinere und grössere Exemplare in besonderen Schichten auf. Andere Schichten enthalten fast ausschliesslich die grosse Varietät von *Leptaena transversalis*, Dalm. oder *Atrypa reticularis*, L. Es finden sich auch Schichten mit einer Tiergesellschaft, in der eine ganze Reihe Formen in einigermassen gleichem Mengenverhältnis auftreten.

Die meisten der Formen, die sich in den Kalkschichten finden, treten auch im Schiefer auf, wenn schon sie sich dort nicht in grösserer Anzahl finden. Korallen, besonders *Favosites*, *Propora* und *Ptychophyllum* sind hier allgemein, finden sich aber nicht in grösseren Mengen wie in den entsprechenden Schichten in Asker.

Als ganz sicher aus 6 c α kann ich folgende Formen anführen:

Eigentümliche zweigige runde Körper in Schiefer, können nach Professor Rothplätz Schwämme sein.

Tangartige Abdrücke in Schiefer.

Mastopora fava, Salt. Sehr allg., zuweilen in Mengen.

Favosites Gotlandicus, L. Allg. in mehreren Varietäten.

Favosites Hisingeri, Edw. & H. Nicht selten.

Halysites escharoides, Lam. Nicht selten.

Propora Grayi, Nich. & Eth. Nicht selten.

Propora compacta, Ldm. und andere.

Heliolites parvistella, F. Röm.

Acantholithus asteriscus, F. Röm.

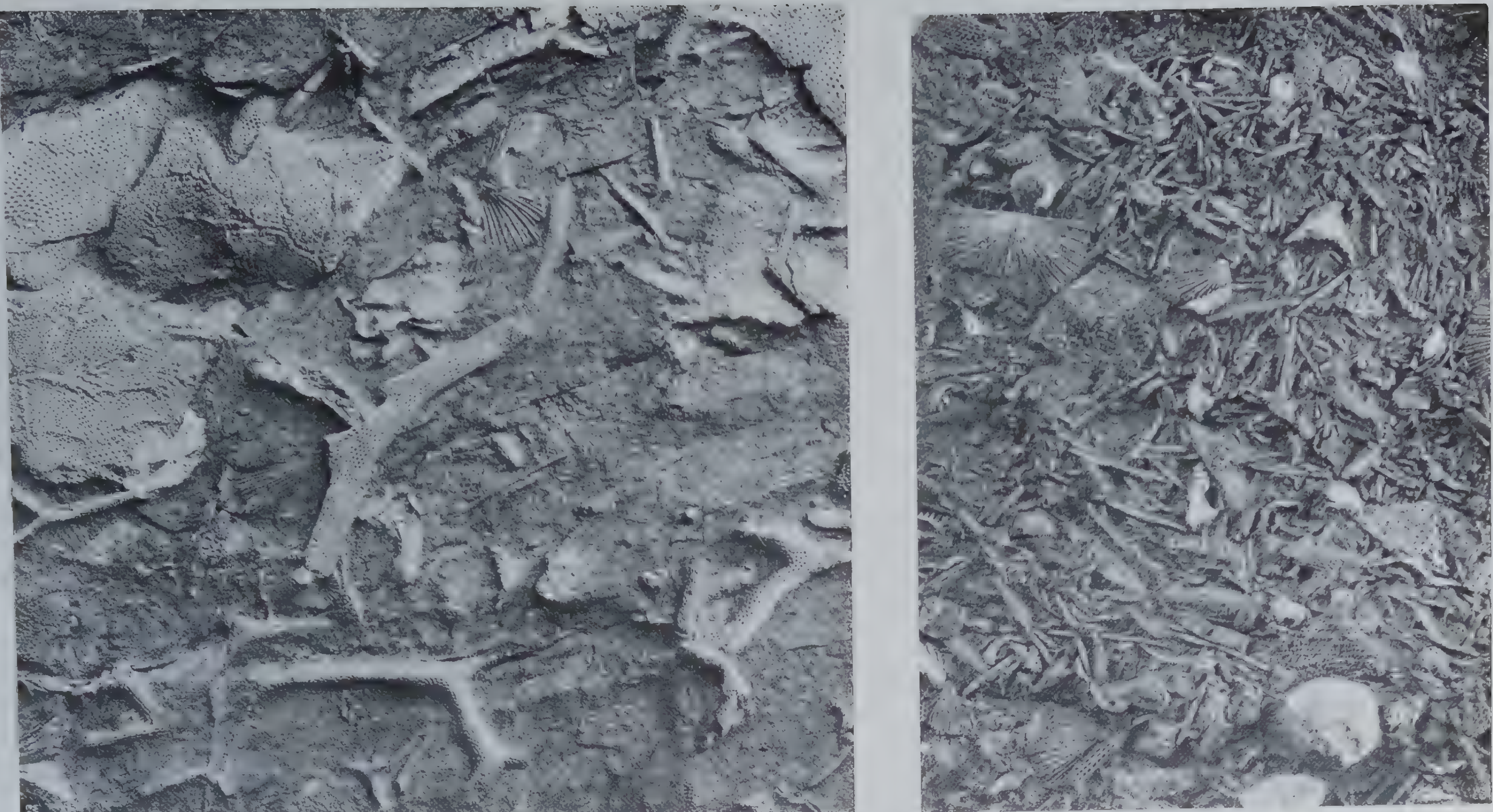
Ptychophyllum sp. Allg.

Ptychophyllum sp. (Mit sehr weitem Kalk).

Monticulipora sp. Grössere und kleinere, halbelliptische Kolonien. Sehr allg.

Callopora sp. Kleine zweigige Stöcke, allg.

Helopora sp. Feine, gerade Stämme. Sehr allg., oft in Mengen auf der Oberfläche der Kalkschichten.



I. II.

Fig. 29. Faunenbilder aus der Zone 6 c β im Malmøgebiete. I. Platte mit *Stictopora* (?) *Malmøensis*, KJERULF (links oben), *Pachydictya* sp. (in der Mitte) und *Callopora* sp. (rechts unten). II. Platte wesentlich mit feinen Zweigen von *Helopora* sp. Auch *Stictopora* (?)- und *Pachydictya*-Fragmente. Natürliche Grösse.

Nach Photographien von Herrn WORM-PETERSEN.

Pachydictya sp. *Ptilodictya*-ähnliche Formen, allg.
Stictopora (?) *Malmøensis*, KJERULF. Selten.
Orthis canaliculata, LDM. Allg.
Platystrophia biforata, SCHL. Nicht allg.
Triplecia insularis, EICHW. Hin und wieder in grösserer Anzahl.
Leptaena transversalis, DALM. Grosse Var. In ganzen Schichten.
Strophomena rhomboidalis, WILCK. Allg.
Strophomena euglypha, HIS. Nicht selten.
Atrypa reticularis, L. In ganzen Schichten.
Atrypa imbricata, DALM. Allg.
Meristella sp. Sehr allg. Grosse Form, die *atrypa*-ähnlich ist.
Meristella sp. (Kleine Form). Selten.
Rhynchonella borealis, SCHL. Nicht allg.
Meristella subundata, M'COY. Allg.
Barrandella undata, SOW. Nicht selten.
Stricklandinia lens, SOW. In ganzen Schichten (ca. 500 Stück wurden eingesammelt).
Encrinurus punctatus, BRÜNN. Allg.
Calymene nov. sp. Allg.
Phacops elliptifrons, ESM. Allg.
Bumastus brevis, KIÆR (nov. sp.). Ganz allg.
Tentaculites Anglicus, SALT. Sehr allg. auf Oberflächen.
Pterinea sp. Selten.
Bellerophon sp. (grosse Form).
Gastropoden. 2 Arten. Selten.

6 c β. Die reichen *Stictopora*-Schichten.

Über die oberste reiche *Stricklandinia*-Schicht setzt sich dieselbe Faciesentwickelung noch ca. 2 m. mit spärlichem Auftreten von *Stricklandinia* fort und schliesst mit einer 7—8 cm. dicken Kalksandsteinschicht ab. Hierauf folgt eine sehr schieferreiche Abteilung von 5—7 m. mit zwei 7—12 cm. dicken Kalksandsteinschichten. Die Kalkschichten sind hier ganz dünn und oft in lange, dünne Kalkknollen aufgelöst. Der Schiefer tritt gern in ca. 20 cm. dicken Zonen auf. Über dieser Schieferabteilung fangen die Kalkschichten an immer dichter zu werden, und Etage 6 geht auf diese Weise ganz unmerkbar in den dichtknolligen Kalk unterst im Oberen Llandovery (Etage 7) über. Weder petrographisch noch faunistisch lässt sich eine scharfe Grenze ziehen. Die charakteristische Fauna im Unteren Llandovery steigt ca. 2 m. in die dichteren

Kalkschichten hinauf und verliert sich allmählich, indem 7 a in ihrem unteren Teil sehr versteinerungsarm ist.

In der schieferreichen Abteilung sind die Kalkschichten oft voll von der schönen Bryozoe *Stictopora*(?) *Malmøensis*, Kjerulf, die gekrümmten Blättern gleicht. Zusammen mit dieser finden sich sehr allgemein *Callopora* u. feine *Bryozoen*zweige (Fig. 29). Korallen sind allgemein, *Calostylis* aber noch selten. Auf dem Übergange zwischen der Schieferabteilung und der darüberliegenden Abteilung mit immer dichteren Kalkschichten sind sowohl Schiefer als auch Kalkschichten sehr versteinerungsreich. Hier finden sich im Schiefer viele Korallen zusammen mit der eigentümlichen *Calostylis denticulata*, Kjerulf, die oft in Mengen auftritt. Von hier stammen die Originalexemplare zu Kjerulfs ersten Abbildungen im „Veiviseren“. Die Kalkschichten sind wie früher oft voll von *Stictopora*. Diese Fauna geht, wie erwähnt, 2—2.5 m. über den reichlichen Schiefer hinauf.

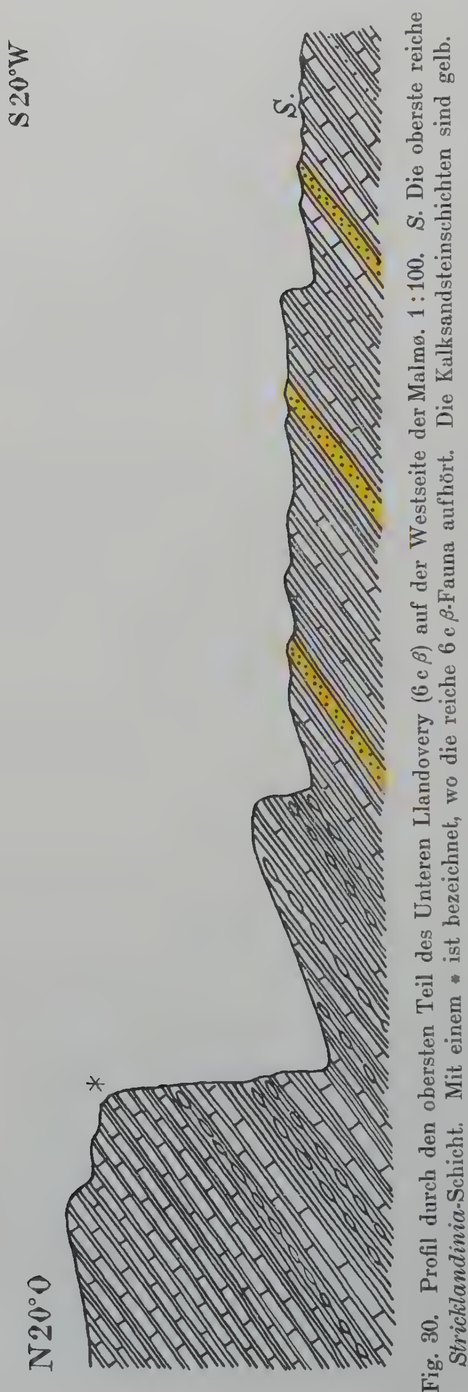


Fig. 30. Profil durch den obersten Teil des Unteren Llandovery (6 c β) auf der Westseite der Malmø. 1:100. *S.* Die oberste reiche *Stricklandinia*-Schicht. Mit einem * ist bezeichnet, wo die reiche 6 c β-Fauna aufhört. Die Kalksandsteinschichten sind gelb.

Aus 6 c β habe ich folgende Formen eingesammelt:

Stromatopora sp. Allg.
Favosites Gotlandicus, L. Allg.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Favosites asper, d'Orb.
Acantholithus asteriscus, F. Röm. Allg.

Plasmopora stella, LDM. Allg.
Heliolites sp. sp. Allg.
Ptychophyllum sp.
Cyathophyllum sp. Allg.
Calostylis denticulata, KJERULF. Sehr allg. oberst.
Fenestella sp. Selten.
Stictopora(?) *Malmøensis*, KJERULF. In Mengen.
Pachydictya sp. *Ptilodictya*-ähnliche Formen. Allg.
Helopora sp. Sehr allg.
Callopora sp. Allg.
Monticulipora sp.
Lingula sp. Selten.
Orthis cf. *rustica*, L. Allg.
Strophomena sp.
Strophomena cf. *pecten*, L. Sehr allg.
Leptaena transversalis, DALM. Kleine Var. Sehr allg.
Leptaena transversalis, DALM. var. *Duvalii*, DAV. Allg.
Leptaena 5-costata, M'COY. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Atrypa imbricata, DALM. Allg.
Rhynchonella sp. Selten.
Meristella subundata, M'COY. Selten.
Meristella sp. Selten.
Camerella sp. Selten.
Barrandella undata, SOW. Allg.
Stricklandinia lens, SOW. Selten.
Bumastus brevis, KLÆR (nov. sp.). Nicht selten.
Illaenus longispinosus, KLÆR (nov. sp.). Selten.[1]
Phacops elliptifrons, ESM. Selten.
Cheirurus sp. Selten.
Acidaspis Marklini, ANG. Selten.
Calymene nov. sp. Selten.
Pterinea sp. Selten.
Murchisonia sp. Selten.
Orthoceras sp. Selten.
Cyrthoceras sp. Selten.

---

[1] Kurze Diagnosen der neuen *Bumastus*- und *Illaenus*-Formen finden sich am Schlusse dieser Arbeit.

Ich habe im vorhergehenden nur die Formen erwähnt, die ich selbst eingesammelt und bei einer systematischen Untersuchung der verschiedenen Zonen notiert habe.

Es findet sich indessen aus dieser Etage in unserer Silursammlung ein bedeutendes, in älterer Zeit eingesammeltes Material ohne nähere Zonenangabe. In dieser Sammlung finden sich eine Reihe Formen, die nicht im vorhergehenden genannt sind. Für einige von diesen kann ich die Zone mit grosser Wahrscheinlichkeit, für andere nur unsicher angeben. Ich habe es deshalb vorgezogen, diese Formen hier für sich aufzuführen:

Vermiporella sp. Malmø, Südseite, 6 c.
Favosites asper, D'ORB. Malmø, SW.-Spitze, 6 c α.
Halysites parallela, F. SCHM. Malmøkalv, 6 c (?).
Halysites escharoides, LAM. Malmø, 6 c (?).
Halysites catenularia, L. Malmø, 6 c.
Aulopora sp. Malmø, 6 c.
Zaphrentis vortex, LDM. Malmø, Malmøkalv, 6 c.
Zaphrentis sp. Grosse Form. Malmøkalv, 6 c (?).
Pholidophyllum tubulatum, SCHL. Kleine, solitäre Exemplare Malmø, Malmøkalv, 6 c.
Cyathophyllum sp. sp. Malmøkalv, 6 c.
Propora conferta, EDW. & H. Malmø, Ulvø, 6 c.
Propora nov. sp. Malmøkalv, 6 c.
Discopora rhombifera, F. SCHM. Malmøkalv, 6 c (?).
Fenestella sp. Malmøkalv.
Discina cf. *rugata*, SOW. Malmø, SW.-Spitze, 6 c.
Orthis Davidsoni, DE VERN. Malmø.
Orthis Actoniae, SOW. Malmø.
Orthis flabellulum, SOW. Malmø, Malmøkalv.
Orthis rustica, L. Malmø, Malmøkalv.
Orthis (*Dalmanella*) *elegantula*, DALM. Malmø, Malmøkalv.
Orthis (*Rhipidomella*) *hybrida*, SOW. Malmøkalv.
Strophomena pecten, L. Malmø, 6 c β (?).
Strophomena antiquata, SOW. Malmø, Malmøkalv, 6 b oder 6 c.
Strophomena cf. *deltoidea*, CONR. Malmø.
Atrypa cf. *marginalis*, DALM. Ulvø.
Athyris depressa, SOW. Malmø, 6 c β (?).
Spirifer Marklini, DE VERN. Malmø, Malmøkalv, 6 c (?).
Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY. Malmøkalv.
Dalmanites imbricatula, ANG. Malmø.

Lichas sp. Malmø, Malmøkalv.
Proetus cf. *distans*, Ldm. Malmø.
Platyceras cornutum, His. Malmø.
Cyclonema delicatulum, Ldm. Malmø.
Trochus sp. Malmø.
Murchisonia cf. *gyrogonia*, M'Coy. Malmø.
Orthoceras cf. *Hisingeri*, Boll. Malmø, 6 c.
Orthoceras sp. Malmø.
Phragmoceras sp. Malmøkalv.
Trochoceras sp. sp. Fragmente. Malmø, Malmøkalv.

Die Verbreitung der Zonen 6 b und 6 c.

Diese beiden Zonen haben in der Malmøgruppe selbst eine sehr grosse Verbreitung. Wie meine Karte zeigt, bilden sie den südlichen Teil von Malmøkalv, wo 6 b in einem Sattel liegt; auf der Westküste sieht man kleinere Faltungen und Verwerfungen. Der innere Teil der Insel ist meistens überdeckt, während die Küsten ausgezeichnete Profile bilden. Ein besonders guter Fundort für 6 c ist auf dem östlichen Teil der Insel, in nächster Nähe von Malmø. Von hier aus schwingen die Schichten auf die zunächst gelegene Landzunge von Malmø hinüber, wo die obersten reichen Schichten von 6 c zu sehen sind. Das WSW.-Ende von Malmø bildet einen prachtvollen Sattel aus den beiden Zonen, die sich hier bequem studieren lassen. Die Schichtenreihe ist auf beiden Seiten des Sattels von mehreren kleineren Längsverwerfungen durchschnitten. Dieser hohe westliche Teil der Insel („Sydskogen") scheint ein Stück zu bilden, das im Verhältnis zu den niedrigeren Landzungen im Norden und zu Malmøkalv stark eingesunken ist. Die Verwerfung geht wahrscheinlich beim Fischerhaus hinauf, wo die Schichten mehrere scharfe Fältchen zeigen. 6 c trifft man dann auf der Südostseite wieder, wo sie ausgezeichnet entblösst ist.

Die niedrige Ostseite von Malmø, östlich von der grossen Verwerfung, besteht aus 6 a mit einzelnen, durch Verwerfungen isolierte Partien des Kalksandsteins.

Auf Ulvø besteht die Küste, mit Ausnahme einer Strecke auf der NNW.-Seite, aus den beiden Zonen. Wie die Karte zeigt, bilden sie in der Hauptsache 2 Sättel mit einer dazwischenliegenden Mulde. Jedoch finden sich auch kleinere Faltungen, besonders auf der Ostseite. Kleinere Verwerfungen sind allgemein. Besonders die südwestlichen Landzungen sind gute Lokalitäten für 6 b.

Galteskjær bildet einen schwachen Sattel aus den Übergangsschichten von 6 c—7 a, die hier sehr versteinerungsreich sind.

Auf Tistilholmen finden sich Partien mit 6 c, die jedoch in stratigraphischer Hinsicht nicht von besonderem Interesse sind.

Auf keiner der nördlich gelegenen Inseln geht die Schichtenreihe in 6 b hinauf; die höchsten Schichten gehören hier (Sjursø, Hovedø) zu der 6 a β. Gewöhnlich ist, wie auf Ormø, nur der untere Teil von 6 a entblösst.

Das faunistische Verhältnis zwischen den Zonen im Unteren Llandovery des Malmøgebietes.

Die Gesamtmächtigkeit der ganzen Etage habe ich zu *140—150 m.* angeschlagen. Eine genaue Bestimmung habe ich nicht vornehmen können, da alle Profile von Verwerfungen durchschnitten werden, deren genaue Grösse sich schwer bestimmen lässt, und weil die Profile durch den niedrigsten Teil der Etage und durch den mittleren und oberen Teil nicht mit völliger Sicherheit verbunden werden können. Ich glaube jedoch, dass die aufgegebenen Zahlen sich nicht als sehr falsch herausstellen werden.

Es geht durch diese mächtige Schichtenreihe eine interessante Faciesentwickelung vor sich. Der Kalksandstein, 5 b, ist auf diesem Gebiete eine völlige Strandbildung. Nach der Ablagerung zu urteilen scheint eine schnelle Senkung vorgegangen zu sein; dies wird durch die Schichtenfolge über dem Kalksandstein angedeutet, nämlich:

Feiner dunkler Schiefer Knolliger Kalk	} 6 a.
Feiner Kalksandstein Grober Kalksandstein	} 5 b.

Der Schiefer in 6 a ist meistens feiner und reichlicher in dem untersten Teil, während er aufwärts unregelmässiger wird und dickere Schichten von feinem Kalksandstein enthält. Vermutlich repräsentiert daher der untere Teil von 6 a die grösste Senkung des Gebietes. Auf besonders tiefem Wasser kann er jedoch nicht abgelagert sein, da er in seiner ganzen Mächtigkeit Schichten von feinem Kalksandstein enthält. Doch verraten die sparsamen Funde von *Graptolithen*, dass sein Faciesgebiet von einem Faciesgebiet mit echtem *Graptolithen*-schiefer nicht weit entfernt gewesen sein kann.

Die Schichtenreihe von dem untern Teil von 6 a bis zu Etage 7 scheint eine langsame Hebung des Meeresbodens mit darauffolgender

langsamer Senkung anzudeuten. Der graugrüne Tonschiefer mit zahlreichen Schichten aus feinen Kalksandsteinen, die oft Mengen von Kriechspuren etc. aufweisen, dürfte schwerlich auf so tiefem Wasser abgelagert sein wie der knollige Kalk, den wir zu unterst in 6 a und in 7 a finden. Diese Vermutung stimmt ganz damit überein, dass wir in anderen Gebieten mitten in Etage 6 einen mächtigen Sandstein finden (Ringerike und Skiensdalen).

Die Faunen von 6 b bis 6 c inklusive zeigen interessante Veränderungen, die vermutlich in den Faciesveränderungen begründet sind, die die letzte Senkung oder, wenn man will, eine negative Verschiebung der Strandlinie begleitet haben. Die Fauna des *Bilobites biloba*-Schiefers ist arm und hat den Charakter einer Mikrofauna; sie wird von der Fauna des *Atrypa reticularis*-Schiefers abgelöst, die gleichwie die vorhergehende wesentlich eine *Brachiopoden*fauna ist, sich aber durch grösseren Artenreichtum und einen ausserordentlichen Individuenreichtum auszeichnet. Die einzelnen Arten treten durchgehends in grossen kräftigen Exemplaren auf, was alles zusammen von günstigeren biologischen Verhältnissen zeugt. Noch reicher und abwechselnder wird endlich die Fauna in 6 c; neben den in grosser Menge und oft in reinen Tierformationen auftretenden *Brachiopoden* finden sich hier Mengen von Bryozoen, Kalkalgen (*Mastopora*) und viele Korallen, die früher eine ganz kleine Rolle gespielt haben. Auch Mollusken finden sich in grösserer Anzahl als früher. Gleichzeitig mit der Entwickelung dieser reicheren Fauna werden die terrigenen Sedimente immer mehr von zoogenen abgelöst.

Es ist anzunehmen, dass die meisten Veränderungen, die die Fauna hier erleidet, auf Faciesveränderungen zurückzuführen sind. Dies ist daraus ersichtlich, dass viele der *Brachiopoden*, die sich in dem Malmøgebiete erst in 6 c zeigen, in dem benachbarten obersilurischen Gebiete in Asker und Bærum in dem untersten Teil der Etage auftreten. Jedoch müssen einzelne Formen in 6 c als wirklich neuerworbene Elemente in unserer obersilurischen Fauna angesehen werden; besonders gilt dies der wichtigen Form *Stricklandinia lens*, Sow. und der grossen *Atrypa* ähnlichen *Meristella*, ferner den hervorragenden Formen *Stictopora*(?) *Malmøensis*, Kjerulf, und *Mastopora fava*, Salt. Dies zeigt uns, dass 6 c in faunistischer Beziehung eine wohl charakterisierte Zone ist. Ob dasselbe auch mit 6 a und 6 b der Fall ist, lässt sich in diesem Gebiete nicht sehen.

Das Untere Llandovery ist somit in diesem Gebiete ganz anders entwickelt als auf Ringerike. Es fällt sogar schwer, die einzelnen Zonen im Detail miteinander zu parallelisieren, obschon man in beiden Gebieten Facies wesentlich mit *Brachiopoden*-faunen hat. Mehrere Formen, die in dem einen Gebiete leitend sind und in grossen Massen auftreten, fehlen oder sind selten in dem andern. Auf Ringerike bilden *Leptocoelia, Strophomena* und *Rhynchonella*, im Malmøgebiete dagegen *Leptaena*, *Atrypa* und *Stricklandinia* reiche Tierformationen. Dies zeigt uns, in wie hohem Grade selbst nahe verwandte Facies differieren können.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

(Kjerulfs Etage 6—7 β, Brøggers Etage 7 a—b).

Das Obere Llandovery umfasst im Malmøgebiete Kjerulfs Abteilungen: *Pentamerus*kalk (6), Korallen- oder *Encriniten*kalk (7 α) und Oberen *Encriniten*mergel (7 β). Diese Abteilungen, die er im Jahre 1857 auf zwei Etagen verteilt, schlägt er 1865 im „Veiviseren“ vor, zu vereinigen. Brøgger hat sie später in Etage 7 mit zwei Unterabteilungen: *Pentamerus*kalk (7 a) und *Crotalocrinus*-schiefer (7 b) zusammengefasst. Meine vergleichenden Studien der verschiedenen obersilurischen Gebiete zwingen mich, eine neue Veränderung in 3 Hauptzonen vorzuschlagen. Der petrographischen Entwickelung nach fällt es freilich am natürlichsten, diese Schichtenfolge in 2 Hauptabteilungen zu gliedern: eine untere, bestehend aus dichten knolligen Kalkschichten, und eine obere, bestehend aus Mergelschiefern mit dichten, äusserst feinen Kalkknollen. Die untere kalkreiche Abteilung zerfällt indessen faunistisch in zwei wohl charakterisierte Teile, die sich überall in dem mittleren und südlichen Teil des Kristianiafeldes wiederfinden.

Ich unterscheide somit folgende Zonen:

7 a. Die Zone mit den ersten Mutationen von *Pentamerus oblongus*, Sow. (der dünnknollige *Pentamerus*kalk), ca. 30 m.

7 b. Die Zone mit dem typischen *Pentamerus oblongus*, Sow. (der eigentliche *Pentamerus*kalk), ca. 35 m.

7 b α. Der helle *Pentamerus*kalk ca. 20 m.

7 b β. Der dunkle *Pentamerus*kalk 12—15 m.

7 c. Die Zone mit dem feinknolligen Kalk und Schiefer mit *Crotalocrinus* ca. 50 m.



Fig. 31. Ausgewitterte Kalkschichten aus der Zone 7 a auf Malmøkalv. Links Schichtenfläche wesentlich mit kleinen *Zaphrentiden* und *Crinoiden*stielgliedern. Rechts Schichtenfläche mit cylindrischen Körpern rätselhafter Natur (Schwämme?). Natürliche Grösse. Nach Photographien des Herrn WORM-PETERSEN.

Das Obere Llandovery soll demnach ca. 115 m. mächtig sein. Es hat in der Malmøgruppe grosse Verbreitung und findet sich in vorzüglichen Profilen entblösst.

7 a. Die Zone mit der ersten Mutation von Pentamerus oblongus, Sow. (Der dünnknollige Pentameruskalk).

Wie bei der Beschreibung von 6 c β erwähnt, geht Etage 6 aufwärts in eine Abteilung mit dünnen, dichtliegenden Kalkschichten über, in deren untersten 2 m. man noch dieselbe Fauna wie früher findet. Hier habe ich dann die Grenze zwischen Unterem und Oberem Llandovery gesetzt.

Die beiden unteren Zonen (7 a—b) bilden eine 60—65 m. mächtige Schichtenfolge aus mehr oder weniger knolligen und ebenen Kalkschichten; in dem unteren Teil sind die Kalkschichten dünner und von reichlicherem Schiefer getrennt, in dem oberen Teil dicker und mit spärlicherem Schiefer.

Der untere Teil mit dünneren Kalkschichten sondert sich als die Zone 7 a aus; er ist *ca. 30 m.* mächtig, ist aber nach oben zu schwer zu begrenzen, da er ganz langsam in die obere, mehr dickschichtige Abteilung übergeht.

In dieser Zone sind die Kalkschichten 1—5 (selten 8) cm. dick — meistens 2—3 cm. und durch ungefähr ebenso dicke Zonen aus grauem Mergelschiefer getrennt. Die Kalkschichten sind eben oder mehr oder weniger knollig und können auch in Knollen aufgelöst sein (Fig. 30, I—II). Meistens bestehen sie aus dichtem, graublauem Kalk, der mit hellgrauer Haut verwittert; aber es finden sich auch viele Schichten aus Fragmentkalk, wesentlich aus *Crinoiden*stielgliedern und kleinen Korallen bestehend, die auf der Oberfläche dieser Schichten oft ausgezeichnet zu sehen sind. Die Oberfläche anderer Schichten zeigen oft Mengen von ausgewitterten cylindrischen, verzweigten oder einfachen Körpern rätselhafter Natur (Schwämme?). (Fig. 31). Die Schichtenreihe ist meistens versteinerungsarm, doch finden sich an mehreren Stellen Korallen ganz allgemein.

Ich habe aus dieser Zone folgende Formen eingesammelt:

Receptaculites sp. Allg.
Stromatoporen. Allg.
Favosites Gotlandicus, L.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.

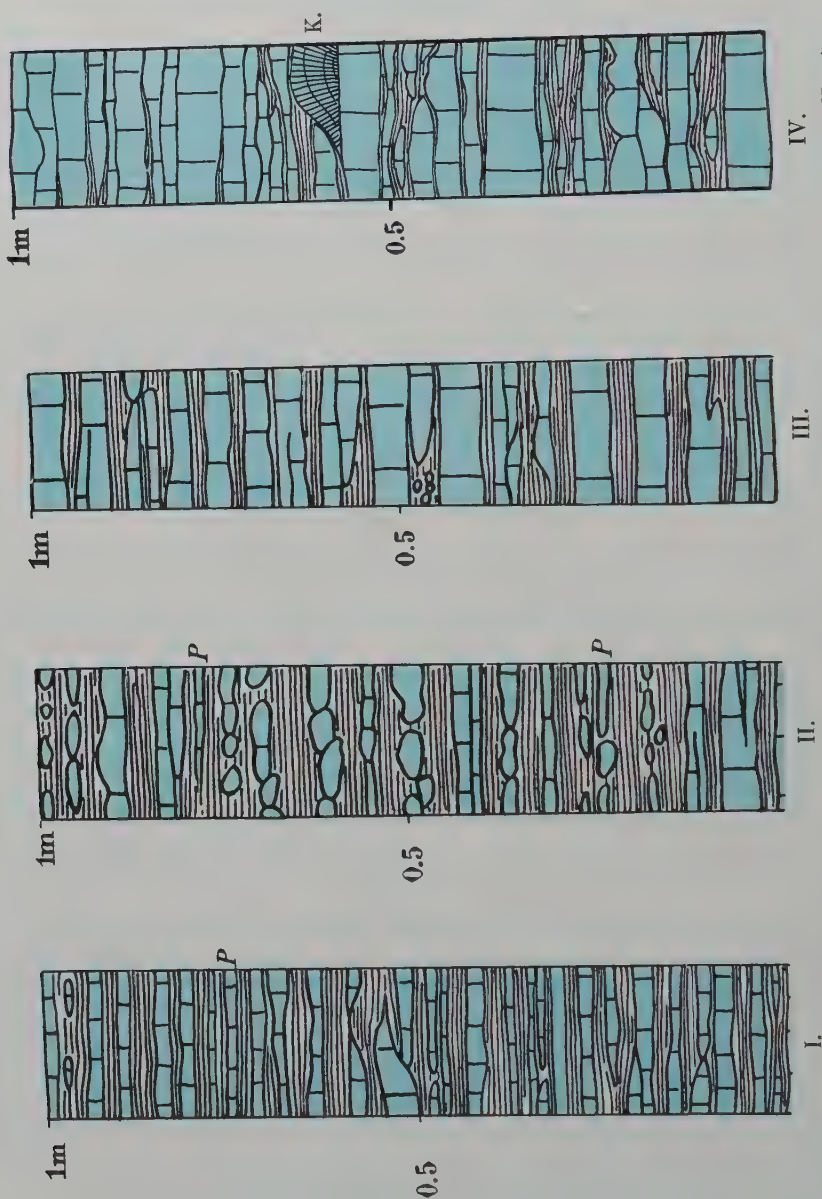


Fig. 32. Beispiele der Schichtenfolge im unteren Teil des *Pentamerus*kalkes auf Malmø. I und II. 1 m Schichtenfolge in 7a auf der Westseite der Malmø. III 1 m. Schichtenfolge in 7bα auf der NW.-Seite von Malmøkalv. IV. 1 m. Schichtenfolge in 7bβ bei dem Seebad auf Malmøkalv. *P* in I–II: Schichten mit kleinen Exemplaren von *Pentamerus oblongus*, Sow. Mut. *K* in IV: Korallenreiche Schicht. Die Profile sind im Massstabe 1 : 10 und zeigen Kalkschichten (blau) und Schiefer.

Alveolites sp., dünne Blätter. Allg.
Halysites escharoides, Lam.
Propora sp.
Propora sp.
Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Heliolites sp.
Syringopora fascicularis, L.
Zaphrentis sp. Sehr allg. auf ausgewitterter Oberfläche.
Lindströmia sp.
Calostylis denticulata, Kjerulf. Allg.
Cyathophyllum. Allg.
*Crinoiden*stiele. Kleinere Form, sehr allg. auf der Oberfläche der Schichten; auf der Oberfläche der Fragmentkalkschichten sieht man auch viele andere kleine *Crinoiden*reste.
Atrypa reticularis, L. Selten.
Orthis rustica, L. Selten.
Bilobites biloba, L. Selten.
Barrandella sp.
Stricklandinia lens, Sow. Sehr selten.
Pentamerus oblongus, Sow. *Mutatio*. Sehr eigentümliche kleine Form mit kurzen Septen. Findet sich zuweilen in kleinen ganzen Exemplaren, sonst sieht man Schalenfragmente nicht selten auf der Oberfläche der Schichten.
Meristella subundata, M'Coy. Sehr selten im unteren Teil.
Illaenus longispinosus, Klær (nov. sp.). Nicht selten.
Bumastus depressus, Klær (nov. sp.). Nicht selten; an einer Stelle in vielen Exemplaren.
Cheirurus sp.
Leperditia Hisingeri-abbreviata, Schm. Nicht allg.
Unbestimmbare *Gastropoden*.

7 b. Die Zone mit Pentamerus oblongus, Sow. oder der Pentameruskalk.

Der *Pentamerus*kalk ist stets wegen des massenhaften Auftretens des grossen, leicht erkennbaren *Pentamerus oblongus*, Sow. eins der wichtigsten leitenden Niveaus in unserm Obersilur gewesen.

Er besteht im Malmøgebiete aus einer ca. 35 m. mächtigen Schichtenreihe, die ohne scharfe Grenze auf 7 a folgt und von dem *Crotalocrinus*-schiefer 7 c überlagert wird. Die Kalkschichten sind in dieser Zone

dicker als in 7 a, und der Schiefer ist spärlicher, oft nur als Schieferfetzen zwischen den Kalkschichten. Der *Pentamerus*kalk lässt sich in zwei Unterabteilungen teilen; in dem unteren, ca. 25 m. mächtigen Teil, sind die Kalkschichten, wie die Detailvermessung (Fig. 30, III) zeigt, durchgehends ziemlich eben, meistens 3—10 cm. dick und bestehen aus graublauem, dichtem Kalk mit heller Verwitterungshaut; in dem oberen 10—12 m. mächtigen Teil sind die Kalkschichten unregelmässiger und bestehen aus dunklerem, meistens bituminösem Kalk mit dunklerer Verwitterungshaut. Der Kalk ist hier entweder dicht oder krystallinisch; in letzterem Falle zeigt die Oberfläche der Schichten Mengen von kleinen *Crinoiden*stielen, *Zaphrentiden* etc. (Fragmentkalk). Diese beiden Unterabteilungen lassen sich im allgemeinen in den Profilen deutlich unterscheiden.

Der untere Teil ist durchgehends verhältnismässig versteinerungsarm, der obere meistens in hohem Grade versteinerungsreich; besonders treten Korallen viel zahlreicher auf und geben an mehreren Stellen den obersten Schichten den Charakter von Korallenkalk. Die leitende Form, *Pentamerus oblongus*, Sow. tritt ab und zu in ganzen Schichten auf, sonst findet sie sich ganz allgemein, aber nicht in grösseren Mengen. Das Interessante ist nun, dass die beiden Unterabteilungen von 7 b je ihre charakteristische Mutation dieser Form haben. In dem unteren Teil findet sich eine kurze, breite, meist dicke Form mit verhältnismässig wenig ausgezogenem Schnabel und kurzem Septum, in dem oberen eine schmälere, längere, trilobate Form mit langem Septum und Schnabel. Auch dies Verhältnis, das für die phylogenetische Entwickelung dieser wichtigen Form grosses Interesse hat, kann dazu berechtigen, diese Abteilungen als zwei Unterzonen 7 b α und 7 b β zu unterscheiden. Die Fauna scheint übrigens in hohem Grade übereinstimmend zu sein.

Ich habe in 7 b folgende Formen gefunden:

Mastopora cf. *fava*, Salt. Ein etwas zweifelhaftes Fragment. 7 b α.

Receptaculites sp. 7 b α.

Stromatoporen. Allg., besonders oberst in 7 b β, auch in 7 b α in mächtigen Stöcken.

Favosites Gotlandicus, L. 7 b α—β, besonders allg. in 7 b β.

Favosites maximus, Qu. 7 b β.

Favosites Hisingeri, Edw. & H. 7 b α—β, allg.

Syringopora bifurcata, Lonsd. 7 b β.

Syringopora fascicularis, L. 7 b *β*.
Halysites catenularia, L. 7 b *β*, allg.
Halysites macropora, Eichw. 7 b *β*.
Halysites escharoides, Lam. 7 b *β*, allg.
Propora minima, Ldm. 7 b *β*, allg.
Propora compacta, Ldm. 7 b *β*, allg.
Plasmopora stella, Ldm. 7 b *α*.
Acantholithus asteriscus, F. Röm. 7 b *β*, allg.
Zaphrentis sp. sp. 7 b *α*—*β*, sehr allg.
Ptychophyllum. 7 b *β*.
Cystiphyllum cylindricum, Lonsd. 7 b *α*.
Calostylis denticulata, Kjerulf. 7 b *β*, selten.
Calostylis nov. sp. 7 b *β*.
Feine *Bryozoen*. 7 b *α*—*β*, allg.
Stielglieder und Teile von mehreren Arten *Crinoiden*. Sehr allg. 7 b *α*—*β*. (Besonders auf der Oberfläche der mehr krystallinischen Kalkschichten in 7 b *β* oft in Mengen).
Orthis calligramma, var. *Davidsoni*, de Vern. 7 b *β*, allg.
Orthis cf. *elegantula*, Dalm. 7 b *α*—*β*, allg.
Strophomena semiglobosa, Dav. 7 b *α*—*β*, allg. in *β*.
Strophomena sp. cf. *expansa*, Sow. 7 b *α*—7 b *β*, allg.
Strophomena rhomboidalis, W. 7 b *β*.
Atrypa reticularis, L. 7 b *α*—*β*, allg.
Barrandella linguifer, Sow. 7 b *α*—*β*.
Pentamerus oblongus, Sow. 7 b *α*—*β*, allg., ab und zu in ganzen Schichten. 2 Mutationen in jeder einzelnen der Unterzonen.
Illaenus longispinosus, Kiær (nov. sp.). 7 b *α*—*β*, allg., besonders in 7 b *β*.
Bumastus perbrevis, Kiær (nov. sp.). 7 b *α*—*β*, besonders allg. in 7 b *β*.
Bronteus cf. *umbonatus*, Ldm. 7 b *α*, selten.
Bronteus sp. 7 b *β*, selten.
Phacops elliptifrons, Esm. 7 b *β*, selten.
Cheirurus sp.
Proetus sp. 7 b *α*—*β*, allg. in *β*.
Calymene tuberculata, Brünn. 7 b *α*—*β*.
Encrinurus punctatus, W. 7 b *α*—*β*.
Leperditia abbreviata, Schm. 7 b *α*—*β*, allg.; sehr allgemein in 7 b *β*, wo sie teilweise in sehr grossen Exemplaren auftritt. Unterst mit Formen zwischen *Hisingeri* und *abbrev.*

Beyrichia sp. 7 b β, selten.
Bellerophon dilatatus, Sow. 7 b β.
Bellerophon sp. 7 b β.
Murchisonia 5-cincta, Kjerulf. 7 b a—β, nicht allg.
Murchisonia sp.
Pleurotomaria sp. 7 b β, allg.
Pleurotomaria alata, Wahl. 7 b β, allg.
Subulites. Mehrere Formen. 7 b β, selten.
Trochus sp. 7 b β, selten.
Orthoceras sp. Fragmente. 7 b β, allg.
Orthoceras sp. 7 b β, selten.

Zur weiteren Beleuchtung der Fauna füge ich hier auch ein Verzeichnis über die Formen hinzu, die sich in älterem Material der Silursammlung finden, und nicht in den vorhergehenden Fossilienlisten genannt sind. In betreff dieser findet sich keine nähere Angabe der Zone; sie stammen von den Zonen 7 a und b her, ohne dass es stets möglich wäre, das Niveau näher zu bestimmen.

Coenites juniperinus, Eichw. Malmøkalv.
Romingeria sp. Malmø, Malmøkalv.
Heliolites decipiens, m'Coy. Malmøkalv.
Columnaria sp.
Zaphrentis vortex, Ldm. Malmø, Malmøkalv.
Pholidophyllum tubulatum, Schl. Malmø, Malmøkalv.
Cystiphyllum cylindricum, Lonsd. Malmø, 7 a.
Calostylis nov. sp. Malmøkalv, 7 b β (?).
Ptilodictya sp. Malmø.
Gissocrinus sp. Stielglieder. Malmøkalv, 7 a (?).
Crotalocrinus sp.(?). Malmø.
Orthis biloba, L. Ulvø.
Beyrichia sp. Malmø, 7 a.
Oriostoma globosum, Schl. Malmø.
Oriostoma discors, Sow. Malmø.
Pleurotomaria cf. *aequilatera*, Wahl.
Platyceras cornutum, His. Malmø.
Bellerophon cf. *dilatatus*, Sow. Malmø.
Orthoceras canaliculatum, Sow. Malm.

7 c. Die Zone mit dem feinknolligen Kalk und Schiefer mit Crotalocrinus.

Über den dunklen *Pentamerus*kalk folgen zunächst ca. 5 m. ziemlich grobkörniger Kalk und Schiefer und dann ein eigentümlicher, feinknolliger Kalk in grosser Mächtigkeit. Wie die Photographie zeigt (Fig. 32), besteht diese charakteristische Facies aus äusserst feinen (1—2 cm.), unregelmässigen Kalkknollen und reichlichem graugrünem

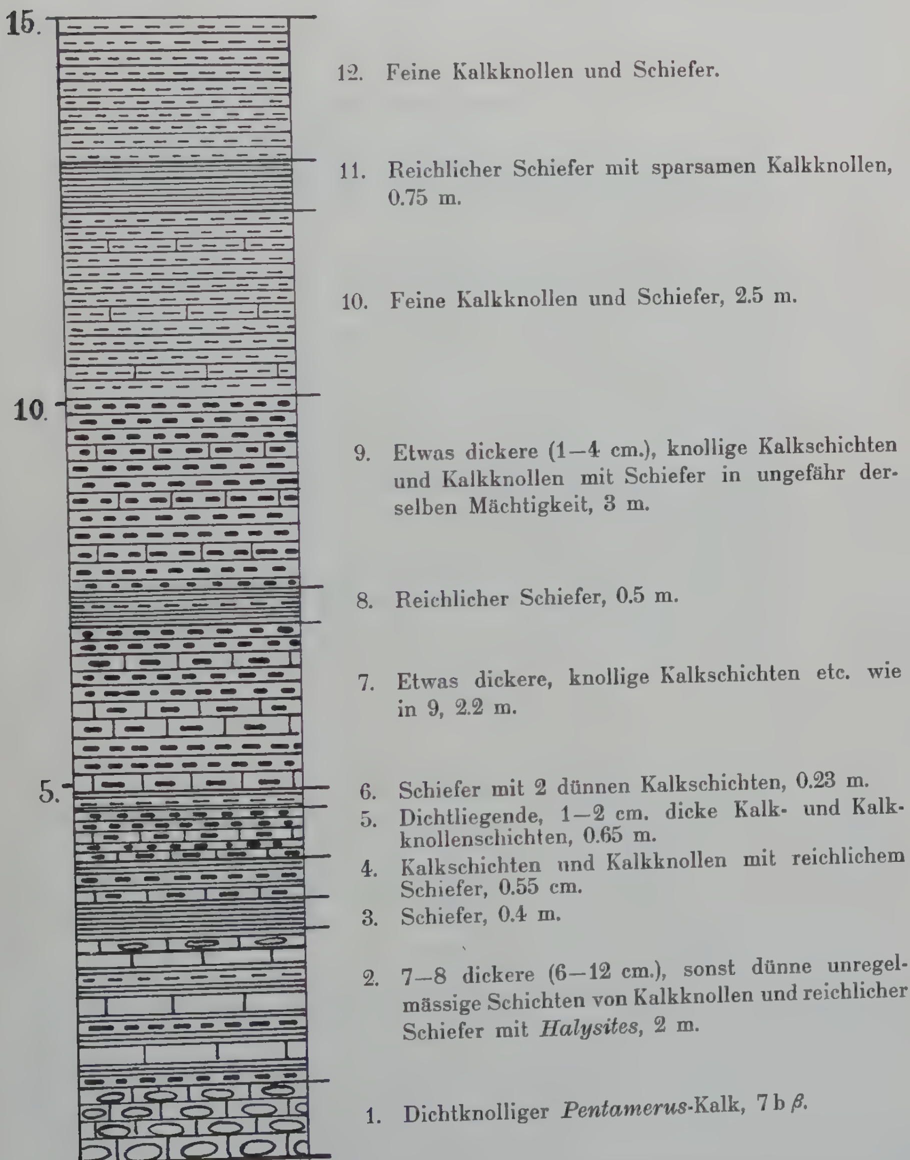


Fig. 33. Übergang von der Zone 7 b β zu 7 c, bei der Schiffsbrücke auf Malmøkalv. Massstab 1 : 100.

Mergelschiefer. Hin und wieder treten reine Schieferzonen von 30—60 cm. auf. Die Mächtigkeit der ganzen Zone lässt sich auf 50 m. veranschlagen. Die Schichtenreihe macht meistens einen versteinerungsarmen Eindruck; mehr allgemein finden sich nur die langen *Crotalocrinus*stiele, die frühzeitig Aufmerksamkeit erregten, aber diese finden sich besonders in einem oberen Niveau in grossen Massen. Sie sind in der Regel zu rötlichem Kalkspat umgewandelt. Wie man sie oft in Menge in langen Bogen oder Spiralen auf den graugrünen Schicht-



Fig. 34. Der feinknollige Kalk und Schiefer mit *Crotalocrinus* (7c) bei Skinnerbugten, Malmø. Nach einer Photographie des Verfassers.

flächen liegen sieht, erzeugen sie ein besonders interessantes faunistisches Bild. Sonderbarerweise ist bisher keine einzige Krone gefunden worden; eine Artenbestimmung lässt sich daher schwer vornehmen.

Ungefähr 30 m. hinauf finden sich in der Zone auch einige andere Formen, *Brachiopoden*, Mollusken und *Trilobiten*, ganz allgemein, sind aber durchgehends schlecht erhalten. Hier sieht man auch einzelne *Alveolites*kolonien etc. In anderen Teilen der Zone sind die Schichten versteinerungsarm; mit Ausnahme von *Crotalocrinus*stielen sieht man meistens nur einen seltenen *Alveolites*stock und spärliche *Brachiopoden*.

Aus älteren Einsammlungen liegt von dieser Zone sehr wenig Material vor, wesentlich *Crotalocrinus*stiele. Aus eigenen Einsammlungen mögen folgende Formen angeführt werden:

Alveolites sp. Oft grosse Kolonien, nicht selten.
Propora minima, Ldm. Im untersten Teil, selten.
Heliolites parvistella, F. Röm. Im untersten Teil, selten.
Ptychophyllum. Im oberen Teil, selten.
Discopora sp. Im oberen Teil.
Crotalocrinus sp. Allg., teilweise in Mengen, besonders im oberen Teil; nur Stiele.
Crotalocrinus sp. Selten, nur Stielglieder.
Orthis rustica, L. Allg. im oberen Teil.
Orthis calligramma, Dalm. Selten.
Strophomena rhomboidalis, W. Im unteren Teil.
Strophomena sp. Im unteren Teil.
Leptaena transversalis, Dalm. Im oberen Teil.
Atrypa reticularis, L. Allg. im oberen Teil. Teilweise var. *concinna*.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Selten im unteren Teil.
Pentamerus oblongus, Sow. Sehr selten im unteren Teil.
Barrandella linguifer, Sow. Nicht selten.
Athyris cf. *depressa*, Sow. Nicht selten im oberen Teil.
Cyrtia exporrecta, Wahl. Nicht selten im oberen Teil.
Spirifera plicatella, Lm. Nicht selten im oberen Teil.
Illaenus Brøggeri, Kiær (nov. sp.). Sehr allg. im oberen Teil.
Bumastus sp. Selten im unteren Teil.
Platyceras enorme, Ldm. Sehr allg. im oberen Teil.
Phragmoceras sp. Fragment im unteren Teil.
Orthoceras sp. Schlechte Exemplare nicht selten im obersten Teil.

Auf den feinknolligen Kalk mit *Crotalocrinus* folgen 8—10 m. mit teils gröberem knolligem Kalk, teils dickeren, ebneren Kalkschichten und reichlicherem Schiefer, worauf der *Graptolithen*schiefer 8 a anfängt. In dieser obersten Abteilung mit dickeren Kalkschichten habe ich keine Fossilien gefunden; ihre stratigraphische Stellung lässt sich daher nicht bestimmen. Wahrscheinlich muss sie als Abschluss des Oberen Llandovery aufgefasst werden.

Das faunistische Verhältnis zwischen den Zonen im Oberen Llandovery.

Die Fauna in der untersten Zone (7 a) ist auch in diesem Gebiete eine eigentümliche Übergangsfauna von grossem Interesse. Wichtige leitende Formen, die wir als eigenartig für das Untere und Obere Llandovery zu betrachten gewohnt sind, treten hier nebeneinander auf. So findet sich, obschon sparsam, *Stricklandinia lens*, Sow. zusammen mit den ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe. Sie finden sich beide in eigentümlichen Mutationen, die grosses phylogenetisches Interesse haben. Auch *Meristella subundata*, M'Coy, die wir als sehr charakteristisch für das Untere Llandovery kennen gelernt haben, findet sich noch ganz vereinzelt.

Im übrigen lässt sich die Veränderung der Fauna vom Unteren zum Oberen Llandovery in den verschiedenen Tierstämmen spüren, die genauer verfolgt werden können.

Die Korallenfauna zeigt keine grossen Veränderungen; doch fangen hier spezialisierte *Favositiden* an, wie *Alveolites*, eine Gattung, die eine bedeutende Rolle in Etage 7 spielt. Zum ersten Male tritt auch *Syringopora* mit der feinröhrigen Form *fascicularis*, L. auf.

In der *Crustaceen*fauna ist eine mehr durchgreifende Veränderung eingetreten. *Bumastus brevis*, Kiær in Etage 6 ist von *Bumastus depressus*, Kiær abgelöst worden, einer nahestehenden Form, die sich nur in dieser Zone findet. *Illaenus longispinosus*, Kiær ist sehr charakteristisch für den unteren Teil des Oberen Llandovery (7 a—b), wennschon er sich äusserst sparsam bereits in den obersten Schichten von 6 c zeigt. Sehr bezeichnend für 7 a ist gleichfalls eine *Leperditia*form der *Hisingeri*-Reihe, die sich in allen Gebieten dieser Zone zeigt. Sie variiert oft stark nach *abbreviata*, Schm. hin, die in ihrer typischsten Form 7 b auszeichnet.

Die Zonen 7 a und b stehen in facieller Hinsicht einander sehr nahe; die Faunen schliessen sich daher auch nahe aneinander, aber der Charakter einer Übergangsfauna ist in 7 b verschwunden: wir haben hier eine reine Oberes Llandovery-Fauna. Von Formen, die hier zum ersten Male in unserem Obersilur auftreten, will ich folgende nennen:

Favosites maximus, Qu.
Halysites macropora, Eichw.
Propora minima, Ldm.
Coenites juniperinus, Eichw.

Calostylis nov. sp.
Barrandella linguifer, Sow.
Pentamerus oblongus, Sow. (*forma typica*).
Bumastus perbrevis, Kiær (nov. sp.).
Bronteus sp.
Leperditia abbreviata, Schm. (*forma typica*).
Murchisonia 5-cincta, Kjerulf (hin und wieder auch in 7 a).

In der Zone 7 b setzen mehrere interessante Entwickelungsreihen ihre weitere Spezialisierung fort. Zunächst muss die *Pentamerus oblongus*-Reihe genannt werden. Schon in 7 a tritt eine kleine glatte *Pentamerus*form auf, die mit dem echten *oblongus*, Sow. verwandt ist, aber mehrere wichtige Verschiedenheiten aufweist. Diese erste Form im Malmøgebiet entwickelt sich nun durch 7 b zu dem echten trilobaten *Pentamerus oblongus*, Sow. Sie verbinden sich durch interessante Zwischenformen, die in einer späteren Arbeit näher besprochen werden sollen.

Bumastus ist in fortgesetzter Entwickelung, indem *B. depressus*, Kiær, von *B. perbrevis*, Kiær abgelöst wird, der diese Zone 7 b besonders auszeichnet. Hier ist auch der Ort für die typische *Leperditia abbreviata*, Schm., die sich besonders in 7 b β oft in grosser Anzahl in riesigen Exemplaren findet.

In diesem unteren Teil des Oberen Llandovery nimmt der Fossilienreichtum in diesem Gebiete stets zu, bis er in 7 b β kulminiert. Diese Unterzone repräsentiert eine Facies, in der die biologischen Verhältnisse für das Tierleben ungewöhnlich günstig gewesen sein müssen. Nicht nur findet man nämlich hier die Überreste eines ungemein individuenreichen und artenreichen Tierlebens, sondern es finden sich auch viele der auftretenden Formen in riesigen Exemplaren vor. *Stromatoporen* und *Tabulaten* treten in riesigen Stöcken auf, und man findet hier zuweilen Reste von *Illaenus*- und *Bumastus*-Individuen von erstaunlicher Grösse. Auch *Leperditia abbreviata*, Schm. findet sich in geradezu riesenhaften Exemplaren. Es ist überhaupt eine Facies-Entwickelung, die derjenigen des Ludlowkalks auf den Inseln bei Holmestrand sehr nahe steht (Etage 9 d).

In der Zone 7 c geht alsdann eine bedeutende Faciesveränderung vor sich. Anstatt der dichten, knolligen Kalke mit ihrer teilweise besonders reichen Litoralfauna, tritt jetzt graugrüner Schiefer mit den eigentümlichen, dünnen Kalkknollen auf. Die Fauna, von der sich hier Überreste finden, ist ganz eigentümlich. Der grosse, prächtige *Crotalocrinus* muss in ganzen Wäldern auf dem Meeresboden gewachsen sein;

in so grossen Mengen finden sich seine langen Stiele in diesen Schichten. Mit ihm zusammen findet sich in der Regel eine spärliche Fauna; nur in einem oberen Niveau treten andere Formen in grösserer Anzahl auf, von welchen mehrere neu sind. Besonders eigentümlich ist *Illaenus Brøggeri*, Kiær (nov. sp.), eine in mancher Beziehung merkwürdige Form, die jedoch zu derselben Reihe gehört wie *Ill. longispinosus*, Kiær (nov. sp.) in 7 a—b. Korallen sind selten und finden sich nur hin und wieder vereinzelt in den Schichten. Von neuen Formen müssen ferner hervorgehoben werden *Cyrtia exporrecta*, Wahl. (im oberen Teile) und der echte *Spirifer plicatellus*, Lm. Eine für diese Facies eigentümliche Form ist *Platyceras enorme*, Ldm., die zusammen mit *Illaenus Brøggeri*, Kiær eine der allgemeinsten ist.

Diese Faunenveränderung rührt natürlich wesentlich von der Faciesveränderung her. Einzelne Stielglieder des grossen *Crotalocrinus* finden sich z. B. schon in 7 b β, und es finden sich in anderen Gebieten dieser Zone (Ringerike, Holmestrand) Facies, die weit mehr mit 7 b als mit der *Crotalocrinus*facies übereinstimmen.

Die Entwickelung und Verbreitung des Oberen Llandovery.

Wie man sieht, ist auch in dieser Etage ein bedeutender Unterschied in der Entwickelung des Malmøgebietes und des Ringerikegebietes, am meisten jedoch im oberen Teil. Der untere Teil mit dem *Pentamerus*-kalk zeigt bedeutende Übereinstimmung; diese Zone ist im ganzen eine von den Zonen, die in allen Gebieten am gleichartigsten entwickelt und daher als leitendes Niveau von grosser Bedeutung sind. Aber auch hier ist die Entwickelung bei weitem nicht gleichartig, was aus folgender Parallelisierung ersichtlich:

I. Das Malmøgebiet:	II. Das Ringerikegebiet:
7 a. Die Zone mit der ersten Mutation von *Pentamerus oblongus*, Sow.	7 a. Die Zone mit *Meristella* und *Pentamerus borealis*, Eichw.
7 b α. Die Zone mit dem hellen *Pentamerus*kalke.	7 b α. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. oder der eigentliche *Pentamerus*kalk.
7 b β. Die Zone mit dem dunklen, korallenreichen *Pentamerus*-kalke.	7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalke.

Da der untere Korallenkalk auf Ringerike mit 7 b β im Malmøgebiete parallelisiert werden muss, entspricht also der eigentliche *Penta-*

*merus*kalk auf Ringerike dem unteren Teil von 7 b im Malmøgebiete mit seinen ebneren, dicken Schichten und seiner verhältnismässig sparsamen Fauna. In Übereinstimmung hiermit führen auch diese beiden Ablagerungen dieselbe Mutation von *Pentamerus oblongus*, Sow., die von der in 7 b β des Malmøgebietes verschieden ist. Wahrscheinlich muss jedoch der untere feinknollige Teil von 7 b auf Ringerike (ca. 8 m.) mit dem obersten Teil der Zone 7 a im Malmøgebiete parallelisiert werden.

In dem oberen Teil von 7 ist die Übereinstimmung bedeutender; freilich finden sich auf Ringerike *Crotalocrinus*schiefer; aber in diesen roten Schiefern tritt eine andere *Crotalocrinus*form auf, als diejenige von Malmøen. Die wichtigste Zone von 7 c auf Ringerike, die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. oder der obere Korallenkalk, fehlt indessen gänzlich im Malmøgebiete, das in diesem oberen Teile der Etage eine einförmige und wenig variierende Entwickelung zeigt.

Das Obere Llandovery findet sich ausschliesslich in der Malmøgruppe selbst. Tistilholmen wird wesentlich aus den Zonen 7 a—b α gebildet; noch bessere Profile finden sich auf der Nordwestküste von Ulvø, wo die Zonen 7 a—7 c den südöstlichen Arm einer grossen Mulde bilden. Besonders 7 b ist hier ausserordentlich versteinerungsreich. Eine andere Mulde des Oberen Llandovery findet sich im Innern von Ulvø, wie die Karte zeigt, ist aber stark überdeckt. Auf Malmø finden sich mehrere Gebiete dieser Etage. Die besten Schnitte finden sich auf dem südwestlichen Teil der Insel. Der hohe südwestliche Teil der Insel, „Sydskogen", besteht aus einem grossen Sattel von Etage 6 b bis 7 c; die grösste Verbreitung haben die Zonen 7 a—7 b α, die jedoch meistens von Wald bedeckt sind. 7 a geht auf der Südseite des Sattels bis an die Südküste hinab, wo sie ausgezeichnet entblösst ist. Besonders instruktive Profile bilden die niedrigen Landzungen auf der Südseite von Skinnerbugten (7 a—7 c). Die lange Landzunge von 7 c gibt einen der besten Schnitte durch diese Zone. Auf der Nordseite von Skinnerbugten trifft man die Schichtenreihe wieder, jedoch nicht 7 a; sie liegt hier in einem durch eine Längsverwerfung zerschnittenen Sattel und ist im Westen bei Skinnerbugten am besten entblösst. Schliesslich besteht das Nordende der Insel aus 7 b β—7 c. Besonders wichtig sind die Profile auf Malmøkalv, deren nordwestliche Hälfte aus den Zonen 7 a—c gebildet wird. Besonders gut sind die Profile längs der Nordwestküste; die Schichtenfolge scheint hier nicht von grösseren Längsverwerfungen durchschnitten zu sein und eignet sich daher zur Bestimmung der Mächtigkeit.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

(KJERULFS Etage 7 γ—8 β, BRØGGERS Etage 8 a—b).

KJERULFS Abteilung 7 γ oder „der obere *Orthoceratiten*kalk" muss wahrscheinlich mit dem untersten Teil des *Monograptus*schiefers identificiert werden; hier finden sich nämlich dicke Schichten von schwarzblauem Kalke, in welchem *Orthoceras* sp. oft reichlich vorkommt. („Grosse *Orthoceratiten* mit subcentrischen *Sipho*"[1]). KJERULFS Abteilungen 8 α—β sind dagegen leicht wiederzuerkennen. Der mächtigste Teil des Wenlocks wird von KJERULFS Abteilung 8 α gebildet, „der jüngste *Graptolithen*schiefer"; BRØGGER hat ihn den *Monograptus*schiefer (8 a) genannt. Oberst liegt eine kalkreiche Abteilung, die von KJERULF und BRØGGER als der Malmøkalk (8 β, 8 a) bezeichnet wird. Diese Abteilung kann jedoch sowohl faunistisch als petrographisch in 2 Zonen geteilt werden, die vollkommen den Zonen 8 c—d auf Ringerike entsprechen. Auch der unterliegende *Monograptus*schiefer lässt sich in mehrere faunistische Zonen teilen; diese entsprechen den Zonen 8 a—b auf Ringerike, ihre Faciesentwickelung ist aber so vollständig anders, dass eine genaue Parallelisierung unmöglich wird.

Das Wenlock kann im Malmøgebiete in folgende Zonen geteilt werden:

8 a—b. Der *Monograptus*schiefer, ca. 80 m.
- 8 a α. Die Zone mit *Monograptus basilicus*, LPW., ca. 6 m.
- 8 a β. Die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, CARR., ca. 4 m.
- 8 b. Die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, LPW., ca. 70 m.

8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, DALM., 6—8 m.

8 d. Die Zone mit dem „Malmøkalk", 10—15 m.

Das Wenlock hat somit hier eine Mächtigkeit von ca. 100 m.

Die Zonen 8 a—b oder der Monograptusschiefer.

Der *Monograptus*schiefer ist eine wenigstens 80 m., wahrscheinlich jedoch ca. 100 m. mächtige Schichtenfolge von grauschwarzen bis graublauen, kalkhaltigen Schiefern; sie folgen auf den mehr dickknolligen obersten Teil der Zone 7 c und werden selbst von fossilienreichen Kalkschichten überlagert, die der Zone 8 c auf Ringerike entsprechen.

---

[1] „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens" Pag. 97.

Nach meinen bisherigen Untersuchungen kann ich 3 *Graptolithen*zonen unterscheiden. Die sichere Bestimmung dieser Zonen ist mir dadurch möglich gemacht, dass Professor CH. LAPWORTH und Mrs. E. SHAKESPEAR mit grosser Liebenswürdigkeit meine *Graptolithen* von Malmø bestimmt haben. Der untere ca. 10 m. mächtige Teil ist teilweise sehr reich an *Graptolithen*, die jedoch nicht gut erhalten sind. Der Schiefer ist hart und gepresst, und die *Graptolithen* sind deshalb fast immer stark zusammengedrückt. Zwei nahestehende Zonen sind hier entwickelt. Der obere, mächtigere Teil des *Monograptus*schiefer ist viel ärmer an *Graptolithen*, und eigentümlich genug scheint diese ganz obere Schichtenfolge nur eine Zone zu repräsentieren. Die Facies des *Graptolithen*schiefers ist am reinsten im untersten Teil entwickelt.

8 a α. Die Zone mit Monograptus basilicus, Lpw.

Der oberste Teil von 7 c besteht aus ziemlich dickknolligen Kalkschichten und reichlichem Schiefer; über dieser ca. 10 m. mächtigen, sehr fossilienarmen Abteilung, die ich zu 7 c gerechnet habe, liegt erst ein dickplattiger, blauschwarzer, kalkhaltiger Schiefer, der einzelne dickere Schichten und Linsen von sprödem, blauschwarzem Kalke enthält. Diese Schichtenfolge, die ich als 8 a α bezeichne, wird von dem mehr dünnplattigen, echten *Graptolithen*schiefer in 8 a β überlagert und entspricht aller Wahrscheinlichkeit nach KJERULFS Abteilung 7 γ, Oberem *Orthoceratiten*kalk. Am besten ist sie auf der Nordostseite von Malmø zu studieren, wo sie ca. 6 m. mächtig zu sein scheint. Bei der bekannten Fundstelle für die nächste Zone (8 a β) im inneren Teil der Skinnerbugt macht sie den Eindruck etwas mächtiger zu sein.

In 8 a α habe ich folgende Fossilien gefunden:

Monograptus priodon, BRONN. Allg.
Monograptus basilicus, LPW. Oft in Mengen im Schiefer.
Monograptus crenulatus, TÖRNQU. Allg. im Schiefer.
Retiolites Geinitzianus, BARR. Selten im Schiefer.
Lingula sp. In den Kalkschichten selten.
Leptaena transversalis, DALM. Im Schiefer.
Aptychopsis sp. Selten im Schiefer.
Phacops sp. cf. *Stokesi*, SALT. In den Kalkschichten selten.
Hyolithus sp. In den Kalkschichten selten.
Hyolithus (?) *primaevus*, FORBES. Allg. im Schiefer.

Cardiola interrupta, Brod. Allg., schlecht erhalten im Schiefer.
Pleurotomaria sp. Allg., schlecht erhalten im Schiefer.
Loxonema sp. Allg. in einzelnen Kalklinsen.
Orthoceras cf. *Ludense*, Sow. Allg. in einzelnen Kalklinsen, oft in grossen Exemplaren. Flachgedrückte Exemplare, wahrscheinlich von mehreren Formen, sehr allg. im Schiefer.
Orthoceras sp. Flachgedrückt im Schiefer.
Orthoceras cf. *subundulatum*, Portl. Flachgedrückt im Schiefer.
Phragmoceras sp. Selten in den Kalkschichten.

Von dieser Zone stammt auch sicherlich eine sehr fossilienreiche Kalklinse, die auf einer Excursion von Stud. real. Vogt und Stud. real. Goldschmidt unter der Steilwand des *Graptolithen*schiefers in der Skinnerbugt entdeckt wurde. Diese interessante Kalklinse enthielt folgende Formen in ausgezeichneter Erhaltung:

Barrandella sp. Eine kleine eigentümliche Form, die am nächsten mit der *B. ventricosa*, Hall in 8c verwandt ist. Massenhaft.
Atrypa reticularis, L. Sparsam.
Hyolithus cf. *lanceola*, Holm. Selten.
Platyceras cornutum, His. Allg.
Pleurotomaria cf. *aequilatera*, Wahl. Allg.
Murchisonia sp. Allg.
Orthoceras sp. Allg.

Von dieser *Graptolithen*fauna schreibt mir Mrs. E. Shakespear, dass sie den Horizont als unterstes Wenlock bezeichnet. *Monograptus basilicus*, Lpw. und *crenulatus*, Tqu. kommen sehr allgemein, oft in Mengen vor; besonders der erste zusammen mit dem seltenen *Retiolites Geinitzianus*, Barr. scheint bei uns eigentümlich für diese Zone zu sein.

Mit den *Graptolithen* zusammen kommen im Schiefer zahlreiche schlecht erhaltene Reste verschiedener Mollusken vor. Interessant ist das Auftreten von *Cardiola interrupta*, Brod., die sonst im norwegischen Obersilur nicht gefunden ist. Sehr allgemein sind Reste von etwas räthselhaften Fossilien, die ich teils als *Orthoceren*, teils als *Hyolithen* betrachte. Bei diesen sind die Kalkschalen aufgelöst worden, und die Fossilien treten uns als mehr oder weniger gut erhaltene Abdrücke der Schalenoberfläche (*Epidermis?*) entgegen. Reste der Septen treten bei diesem Erhaltungszustand nur sehr selten auf. Die Richtigkeit

dieser Betrachtung geht aus einem Vergleich zwischen den im Schiefer und in den dunklen Kalkschichten erhaltenen Fossilien hervor. In den letzteren finden sich nämlich gut erhaltene *Orthoceren* — besonders *Orthoceras Ludense*, Sow. — die ganz dieselbe Skulptur wie einzelne der septenlosen, *orthoceren*ähnlichen Abdrücke im Schiefer besitzen. Diese flachgedrückten *Orthoceren*formen besitzen denn auch wie andere *Orthoceren* keinen Embryonalteil. Anders verhält es sich mit einer sehr langgestreckten Form, die ursprünglich von E. FORBES und SHARPE als *Creseis primaeva*[1] beschrieben, später aber als eine *Orthoceras*-Form betrachtet wurde. Diese zeigt oft eine feine Embryonalspitze und dürfte deshalb eher als ein *Hyolithes*-ähnliches Fossil zu betrachten sein. Diese Form habe ich nicht mit Sicherheit in den Kalkschichten gefunden, dagegen einen anderen, kleineren, echten *Hyolithus*, am nächsten mit *H. lanceola*, HOLM. verwandt. Ganz dieselbe Auflösung der Kalkschale zeigt auch sehr schön *Pleurotomaria* sp., die allgemein im Schiefer ist, und die ich auch mit ausgezeichnet erhaltener Schale in einer Kalklinse gefunden habe.

Überhaupt ist die Fauna, die in den Kalklinsen auftritt, sehr eigentümlich. In einigen findet man Anhäufungen von gut erhaltenen *Orthoceren* in mehr oder weniger fragmentarischen Exemplaren. Diese Eigentümlichkeit veranlasste KJERULF diese Schichten als „Oberen *Orthoceratiten*kalk“ zu bezeichnen. Zusammen mit den *Orthoceren* treten gern *Murchisonia*-Formen auf. Kalklinsen mit Resten einer solchen Tiergesellschaft scheinen nicht selten zu sein. Seltener sind gewiss Linsen mit massenhaft auftretenden Exemplaren einer kleinen *Barrandella* sp. und zahlreichen *Gastropoden*, von denen die schön erhaltene *Pleurotomaria* sp. hervortritt. Von solchen Linsen ist bis jetzt nur eine gefunden. Die Fauna in dieser interessanten Kalklinse habe ich schon aufgezählt. Ausser den genannten ist das Auftreten einer hübschen *Hyolithus* cf. *lanceola*, HOLM. interessant.

8 a β. Die Zone mit Cyrtograptus Murchisoni, Carr.

Über 8 a α mit ihren ziemlich dickplattigen Schiefern und dunklen Kalkschichten liegen mehr echte *Graptolithen*schiefer, die besonders unten sehr reich an teilweise gut erhaltenen *Graptolithen* sind. Der

[1] E. FORBES, On two Fossil Species of Creseis(?). (Quat. Journ. of Geol. Soc. I, 1845, Pag. 145.) D. SHARPE, Contribut. to the geology of North Wales. (Quat. Journ. of Geol. Soc. II, 1846, Pag. 283).

Schiefer ist auch hier dunkler, während er weiter oben wieder eine graublaue Farbe annimmt. In dem unteren *Graptolithen*reichen Horizont, der im inneren östlichen Teile der Skinnerbugt besonders gut aufgeschlossen ist, kommen folgende Formen vor:

Monograptus priodon, BRONN. In Mengen.
Monograptus crenulatus, TÖRNQU. (=*personatus*, TULLB.), sehr allg., oft in Mengen.
Cyrtograptus Murchisoni, CARR. Selten.
Cyrtograptus flaccidus, TULLB. Selten.
Cyrtograptus cf. *pulchellus*, TULLB. Sehr selten.
Aptychopsis sp. sp. Mehrere Formen, nicht selten.
Hyolithus(?) *primaevus*, FORBES. } Flachgedrückt im Schiefer.
Orthoceras cf. *Ludense*, SOW. }

Diese dunklen *Graptolithen*schichten, die sich durch ihren *Graptolithen*reichtum auszeichnen, sind kaum mehr als 4 m. mächtig; hierüber wird der Schiefer heller und weniger reich an *Graptolithen*. Die meisten von diesen verschwinden jetzt. 5 m. über den dunklen Schichten fand ich noch *Monograptus crenulatus*, TQU. sehr allgemein, hier aber in Gesellschaft mit zahlreichen Exemplaren von *Monograptus riccartonensis*, LPW. 5 m. hierüber fand ich nur diese letzte Form, die ganz zahlreich vorkam. Nach einer Verwerfung kommen hier wieder tiefere Schichten zum Vorschein, in welchen folgende Formen vorkamen:

Monograptus crenulatus, TÖRNQU. Allg.
Monograptus riccartonensis, LAPW. Allg.
Cyrtograptus sp. Selten.
Leptaena transversalis, DALM. Selten.
Orthoceras sp. Flachgedrückte Formen.
Aptychopsis sp. sp. 2 Formen.

Diese Schichten können wahrscheinlich den Schichten ca. 5 m. über den dunklen *Graptolithen*schichten entsprechen und bilden wohl Übergangsschichten zwischen der Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, CARR. und der höherliegenden Zone mit *Monograptus riccartonensis*, LPW. Ich rechne sie hier zu den letzteren und beschränke die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, CARR. zu den dunklen, reichen *Graptolithen*schiefern, die nur ca. 4 m. mächtig sind.

In der *Graptolithen*fauna von 8 a β treten *Monograptus priodon*, BRONN. und *crenulatus*, TÖRNQU. in grösster Menge auf. Wichtiger für

die Zonenbestimmung sind dagegen die *Cyrtograpten*formen, die jedoch alle selten auftreten. Diese Schichten müssen, wie Mrs. SHAKESPEAR meint, als die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, CARR. betrachtet werden. Diese Parallelisierung werde ich im speziellen Teil näher behandeln.

8 b. Die Zone mit Monograptus riccartonensis, Lpw.

Wie schon gesagt, wird der *Monograptus riccartonensis*, LPW. allgemein gleich oberhalb der vorigen Zone; er kommt anfangs — in den unteren 5—6 m. (?) — mit *Monograptus crenulatus*, TQU. und *Cyrtograptus*fragmenten vor, scheint aber bald alleinherrschend zu werden; ca. 10 m. über 8 a β habe ich jedenfalls nur diese *Graptolithen*-Form gefunden. Ganz allgemein sind hier auch flachgedrückte Exemplare von *Pleurotomaria* cf. *aequilatera*, WAHL. Auch ein *Bellerophon* sp. wurde in ähnlicher Erhaltung gefunden. Die Fauna tiefer unten, wo mehrere Formen vorkommen, die in 8 a β allgemein waren, habe ich schon aufgezählt. Wenn dieser untere Teil der Zone 8 b somit ziemlich fossilienarm erscheint, wird dies höher hinauf noch mehr der Fall.

Der obere, ca. 60 m. mächtige Teil des Wenlockschiefers ist graugrün, stark kalkhaltig und geht nach oben ganz allmählich in die Zone 8 c mit ihren zahlreichen Kalkschichten, die eine reiche litorale *Brachiopoden*fauna enthalten, über. In dieser grossen Schichtenfolge habe ich bis jetzt erst in den obersten Schichten und zwar 8—10 m. unterhalb den fossilienreichen Kalkschichten der Zone 8 c Fossilien gefunden. In einzelnen Schichten lagen hier zahlreiche, schlecht erhaltene Exemplare von *Monograptus riccartonensis*, LPW. Von anderen Formen habe ich nur *Leptaena transversalis*, DALM. gefunden.

In der vorhergehenden Übersicht des *Monograptus*schiefers habe ich 3 *Graptolithen*zonen aufgestellt, die ich als 8 a α, 8 a β und 8 b bezeichnet habe. Es wäre hier im *Monograptus*schiefer eigentlich natürlicher, die 3 *Graptolithen*-Zonen 8 a α, β und γ oder 8 a, b und c zu nennen; um einen Vergleich mit Ringerike zu erleichtern, habe ich aber vorgezogen, eine ähnliche Einteilung wie in diesem Gebiete zu gebrauchen. Obwohl die Faciesentwickelung ganz verschieden ist, muss man dennoch annehmen, dass der untere Teil des *Monograptus*schiefers der Zone 8 a und der obere

der Zone 8 b auf Ringerike entspricht. Die unterliegenden und überliegenden Zonen, 7 c und 8 c, können nämlich, da sie in beiden Gebieten in ähnlicher Entwickelung vorhanden sind, ziemlich genau parallelisiert werden. Ich habe deshalb die beiden unteren *Graptolithen*-Zonen, die nahe zusammengehören, 8 a α und β genannt, während ich die obere, die mehr unbestimmt ist, als 8 b bezeichnet habe. Auch in den Schichten der Zone 8 c wurde eine *Monograptus*-Form gefunden, leider aber in so schlechter Erhaltung, dass sie nicht bestimmt werden konnte. Wahrscheinlich entspricht diese Zone in litoraler Facies eine jüngere *Graptolithen*-Zone als diejenige mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. Ich werde im allgemeinen Teile eingehend die Parallelisierung dieser Zonen in den verschiedenen Gebieten besprechen und begnüge mich deshalb hier mit diesen kurzen Bemerkungen.

8 c. **Die Zone mit Rhynchonella cuneata, Dalm.**

In dem oberen Teil der obersten Zone (8 b) des *Monograptus*-schiefers fangen Kalkschichten an, sich einzufinden, und die mächtige Schieferabteilung geht jetzt in eine 6—8 m. mächtige Abteilung, aus ziemlich ebenen Kalkschichten und Mergelschiefer bestehend, über. Die Kalkschichten werden nach oben zu dicker und mehr dichtliegend und sind meistens sehr versteinerungsreich. Die Fauna ist in dem oberen Teil dieser Zone am reichsten. Die Fossilien sind oft ausgezeichnet erhalten. Diese versteinerungsreiche Zone wurde schon von Kjerulf ziemlich genau studiert, der hier viele hübsche Versteinerungen gesammelt hat. Mehrere gute und seltene Fossilien sind später von Professor Brøgger gefunden worden. Nach den umständlichen Einsammlungen, die ich selbst vorgenommen habe, sowie nach dem älteren Material, besteht die Fauna aus folgenden Formen:

Favosites Gotlandicus, L. Allg. in kleineren Kolonien.
Römeria Kunthiania, Ldm. Nicht allg.
Halysites catenularius, L. Selten.
Lindströmia Dalmanni, Edw. & H. Sehr allg.
Zaphrentis vortex, Ldm. Allg.
Cyathophyllum sp. Kleine Form, sehr allg.
Propora tubulata, Lonsd. Sehr allg.
Heliolites. Selten. 1 Expl.

Monograptus sp. Selten.

Orbiculoidea cf. *rugata*, Sow. Nur Dorsalschalen gefunden, so dass die Bestimmung etwas unsicher ist.

Orthis sp. cf. *calligramma*, Dalm. Selten.

Orthis hybrida, Sow. Die gewöhnlichste *Orthis*form in 8 b. Grosse schöne Exemplare. Sehr allg.

Orthis cf. *elegantula*, Dalm. Sehr allg.

Strophomena rhomboidalis, Wilck. Äusserst allg. in einer grossen, stark gebogenen Var.

Strophomena pecten, Sow. Äusserst allg.

Strophomena antiquata, Sow. Mehrere Expl., kleinere Form.

Strophomena cf. *semiglobosa*, Dav. Entspricht am nächsten dieser von Dav. beschriebenen Form.

Strophomena sp. Selten.

Leptaena transversalis, Dalm. Allg.

Chonetes sp. Sehr allg. Dieselbe Form wie in 8 b auf Ringerike.

Atrypa reticularis, L. In Mengen, meist in grossen Exemplaren mit breitem Rand.

Rhynchonella cuneata, Dalm. Sehr allg.

Rhynchonella nucula, Sow. (?). Sehr selten.

Rhynchonella sphaeroidalis, m'Coy. Selten.

Rhynchonella cf. *bidentata*, Dalm. Sehr selten.

Meristella tumida, Dalm. (?). Selten.

Meristella sp. Selten.

Spirifer crispus, His. Nicht allg.

Spirifer plicatellus, Lm. Sehr allg.

Barrandella ventricosa, Hall. Diese interessante Form fand sich in Menge an einer Stelle in dem unteren Teil der Zone.

Cornulites serpularius, Schl. Sehr allg., oft in grossen, sehr dicken Exemplaren.

Ptilodictya lanceolata, Lonsd. Sehr allg.

Ptilodictya sp. Selten.

Discopora cf. *rhombifera*, F. Schm. Allg.

Diplotrypa sp. In kugelförmigen oder kleinen halbelliptischen Kolonien. Allg. in einzelnen Schichten.

Callopora (?) sp. Kleine zweigige Form. Allg. Vermutlich mehrere Formen.

Hypanthocrinus granulatus, LEWIS. 2 hübsche Kronen, eine von KJERULF und eine vom Verfasser gefunden; ausserdem ein Kronenfragment auf Expl. gefunden und ein Basalring des Kalkes, von KJERULF gefunden.

Beyrichia sp. Selten.

Phacops nov. sp. Steht *Ph. 4-lineatus* nahe, ist aber deutlich verschieden, nicht selten in guten Exemplaren.

Calymene tuberculosa, DALM. Selten.

Phaetonides cf. *rugulosus*, LDM. Sehr selten.

Acidaspis cf. *Marklini*, ANG. Sehr selten. 1 fast ganzes Exemplar.

Encrinurus punctatus, BRÜNN. Sehr allg.

Bumastus praeruptus, KIÆR (nov. sp.). Nicht selten. 2 ausgezeichnete Köpfe liegen vor.

Pterinea cf. *Sowerbyi*, M'COY. Selten.

Pterinea (?) *planulata*, CONR. Nicht selten.

Oriostoma cf. *globosum*. Selten.

Platyceras cornutum, HIS. Selten.

Orthoceras cf. *annulatum*, SCHL. Selten.

Orthoceras sp. sp. Fragmente zweier eigentümlichen Formen.

Vom mittleren Teil des Unteren Llandovery an scheint im Malmøgebiete eine ununterbrochene, langsame Senkung vor sich zu gehen; in 8 a scheint diese Senkung ihr Maximum erreicht zu haben, indem sich hier reine *Graptolithen*schiefer mit abyssisch-pelagischer Fauna finden. Durch 8 b, wo mit *Graptolithen* vergesellschaftet auch einzelne litorale Formen auftreten, erfolgt wiederum eine Hebung, bis wir in 8 c von neuem eine Litoralfauna von gewöhnlichem Charakter finden.

Wegen der starken Faciesveränderungen, die somit durch das Wenlock vor sich gehen, ist es nicht möglich, diese Faunen näher zu vergleichen. Dagegen ist es von Interesse zu sehen, welche faunistischen Veränderungen in der Litoralfauna von 7 b bis 8 c stattgefunden haben. Es zeigt sich alsdann, dass über 1/3 der Fauna in 8 c aus neuen Formen besteht. Mehrere wichtige Entwickelungsreihen sind verschwunden, so vor allem die *Pentamerus oblongus*-Reihe. Andere haben neue, interessante Formen entwickelt. Unter den kleinen *Phacopiden* der *Ellipti-frons*-Reihe tritt hier eine neue, eigentümliche Art auf; die *Bumastiden* der Gruppe *Maccalumi*, SALT. ist von Formen abgelöst, die zur *Barriensis*-Gruppe (*B. praeruptus*, KIÆR, nov. sp.) gehören. Von anderen eigentümlichen Formen, die in diesem Gebiete diese Zone, die

mit dem Wenlockkalke parallelisiert werden darf, kennzeichnen, nenne ich folgende:

Römeria Kunthiana, Ldm.
Lindströmia Dalmanni, Edw. & H.
Orbiculoidea cf. *rugata*, Sow.
Orthis hybrida, Sow.
Strophomena pecten, Sow. *Forma typica.*
Chonetes sp.
Rhynchonella cuneata, Dalm.
Spirifer plicatella, Lm. *Forma typica.*
Hypanthocrinus granulatus, Lew.
Pterinea planulata, Conr.
Orthoceras annulatum, Schl.

Von besonderem Interesse für das norwegische Obersilur, wo *Crinoiden*kronen so selten sind, ist der Fund von 2 vortrefflich erhaltenen Kronen von *Hypanthocrinus granulatus*, Lew. Für die leitendsten Formen halte ich: *Chonetes* sp., *Rhynchonella cuneata*, Dalm., *Phacops* nov. sp., *Bumastus praeruptus*, Kiær (nov. sp.), *Pterinea planulata*, Cowe.

Die Zone 8 c zeigt nach dem hier mitgeteilten eine bedeutende Übereinstimmung in ihrer Entwickelung mit der entsprechenden Zone auf Ringerike. In beiden Gebieten finden sich hier Litoralfacies, auf Ringerike mit reicher Variation; eine der hier auftretenden Entwickelungen, die Faciesentwickelung als reine Kalkschichten und Mergelschiefer, stimmt mit 8 c auf der Malmø sehr gut überein. Die charakteristischsten Formen sind gemeinsam. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die kleine *Chonetes* auf Ringerike in dem obersten Teil der darunterliegenden Zone liegt. Im ganzen zeigt es sich in mehreren der Gebiete, dass die Litoralfauna in 8 b der sich in 8 c befindlichen nahe steht.

8 d. Die Zone mit dem »Malmøkalk“.

Direkt auf 8 c folgt „der Malmøkalk“, der ein grauer, oft etwas bituminöser Kalk in dichtliegenden, gewöhnlich dicken, unregelmässig knolligen Schichten ist; Schiefer findet sich nur als Fetzen zwischen den Schichten (Fig. 30). Es entsteht hierdurch ein massiver Kalk in dicken Bänken. Die Mächtigkeit beträgt 10—15 m.

Der Malmøkalk macht einen sehr versteinerungsarmen Eindruck; bei eifrigem Klopfen zeigt es sich indessen, dass er eine ganz reiche Fauna enthält, die aus folgenden Formen zusammengesetzt wird:

Favosites Gotlandicus, L. Allg.
Römeria Kunthiania, LDM. Nicht selten; allgemeiner als in 8c.
Halysites catenularius, L. Selten.
Lindströmia Dalmanni, EDW. & H. Allg.
Ptychophyllum sp. Selten.
Columnaria cf. *fascicula*, DYB. Selten.
Propora cf. *tubulata*, LONSD.

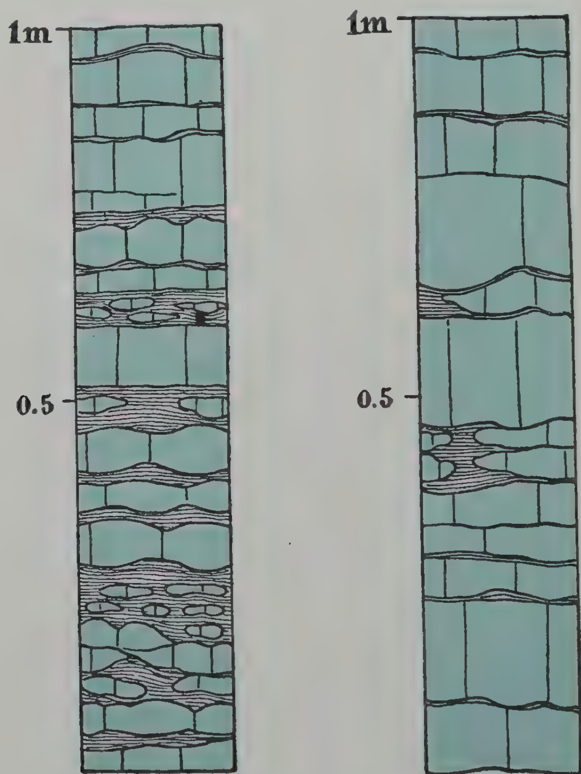


Fig. 36. Beispiele der Schichtenfolge in der Zone 8 d auf Malmø.

Plasmopora sp.
Lingula cf. *Lewisii*, SOW. Selten.
Orthis cf. *elegantula*, DALM. Nicht selten.
Orthis rustica, L. Sehr allg.
Strophomena semiglobosa, DAV. Allg.
Strophomena sp. sp.
Leptaena transversalis, DALM. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allgemein, mit *O. rustica* zusammen die allgemeinste *Brachiopode*. Sowohl grosse dicke Exemplare.

wie in den darunterliegenden Schichten, als auch kleine; diese letzteren oft mit breitem Rand.

Rhynchonella Wilsoni, Sow. Nicht selten, meistens kleine Exemplare. Am nächsten der Var. *Davidsoni*, M'Coy.

Rhynchonella sphaeroidalis, M'Coy. Nicht selten.

Rhynchonella nucula, Sow. Äusserst selten, nur Spuren, etwas unsicher.

Rhynchonella sp. Selten.

Spirifer sp. *crispus*, His. Selten.

Cornulites serpularius, Schl. Selten.

Leperditia sp. Eine kleine, eigentümliche Form, selten.

Beyrichia sp. Mehrere Expl.; scheint in einzelnen Schichten nicht selten zu sein.

Beyrichia sp. sp. Allg. in einzelnen Schichten.

Calymene tuberculata, Brünn. Allg.

Encrinurus punctatus, Brünn. Allgemein; besonders *Pygidien* und *Hypostoma*.

Bumastus inflatus, Kiær (nov. sp.). Nicht selten, oft in ausgezeichneter Erhaltung.

Phaetonides rugulosus, Ldm. Sehr selten.

Proetus cf. *signatus*, Ldm. Allg.

Phacops sp. Sehr selten.

Gastropoden, wenigstens 4 Arten, schwer zu bestimmen, meist nur fragmentarische Steinkerne. Vermutlich ist eine von diesen *Oriostoma discors*, Sow., mehrere andere vermutlich *Cyclonema* sp.

Orthoceras f. *annulatum*, Sow. Allg.

Actinoceras cf. *cochleatum*, Schl. 1 Fragm. mit Septen und *Sipho*.

Vergleicht man die Faunen in 8 c und 8 d im Malmøgebiete, sieht man sofort, dass eine sehr bedeutende faunistische Übereinstimmung herrscht. Über die Hälfte der Formen, die in 8 d gefunden wurden, finden sich auch in 8 c. Doch treten in 8 d einige Formen auf, die zweifellos in unserem Obersilur neu sind, nämlich:

Rhynchonella Wilsoni, Sow.
Bumastus inflatus, Kiær (nov. sp.).
Proetus cf. *signatus*, Ldm.

Von Interesse sind auch *Actinoceras*-Formen; aber die bisher gefundenen sind zu fragmentarisch für eine genauere Speciesbestimmung.

Bumastus inflatus steht *B. praeruptus*, KIÆR (nov. sp.) sehr nahe, zeigt jedoch distinkte und konstante Verschiedenheiten von diesem.

Ich glaube deshalb, dass es wohl begründet ist, den Malmøkalk von der darunter liegenden Zone zu unterscheiden.

8 d findet sich in ähnlicher oder nahestehender Entwickelung auch auf Ringerike und in den anderen Gebieten und ist demnach eine Zone, die sich in ziemlich gleichartiger Entwickelung in dem ganzen mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebietes findet.

Verbreitung des Wenlocks im Malmøgebiete.

Die Wenlocketage findet sich nur auf der Malmø; bedeutende Verbreitung hat, wie die Karte zeigt, der *Monograptus*schiefer in 8 a—b. Er liegt auf dem mittleren und nördlichen Teil der Insel in 2 grossen Mulden (siehe das Profil); die nördliche dieser beiden bildet den hohen nördlichen Teil, der zum wesentlichen Teil bewaldet und mit Villen dicht bebaut ist. Im Südwest gegen Skinnerbugten zu sind die Schiefer invertiert. Ausgezeichnete Profile finden sich längs der Nordwestküste. Besonders gut entblösst sind diese Schichten auf der Ostseite von Skinnerbugten; hier ist innerst in der Bucht der alte Fundort für *Graptolithen* in 8 a.

8 c—d findet sich in beiden Mulden über dem Schiefer, in der nördlichen jedoch nur ein kleiner Rest. Der Übergang von 8 b—c lässt sich auf der Ostseite des schmalen, hohen mittleren Teils der Malmø studieren. Hier ist auch die Lokalität, die die meisten und schönsten Fossilien von 8 c abgegeben hat. Die Zone 8 d ist auch hier in den grossen, alten Steinbrücken ausgezeichnet aufgeschlossen.

Mit der Zone 8 d schliesst die obersilurische Schichtenfolge im Malmøgebiete ab. Alle jüngeren Schichten sind von der Erosion zerstört worden. Der vorhandene Teil des Obersilurs hat nach meinen Untersuchungen folgende Mächtigkeit:

Unteres Llandovery (Etage 6) ca. 150 m.
Oberes Llandovery (Etage 7) ca. 115 m.
Wenlock (Etage 8), ca. 100 m.

Die Gesamtmächtigkeit dieser Etagen beträgt somit in diesem Gebiete ca. 365 m.

III.

DAS GEBIET AUF DEN INSELN BEI HOLMESTRAND.

Hierzu 2 geologische Karten.

Das Obersilur auf den Inseln bei Holmestrand ist in faunistischer Beziehung eins der interessantesten Gebiete. Leider sind hier nicht alle Zonen blossgelegt, so dass man die Schichtenfolge in ihrer ganzen Ausdehnung studieren könnte; aber als Ersatz finden sich mehrere in so eigentümlicher und reicher Entwickelung, dass dies Gebiet dennoch in sehr bedeutendem Grade unsere Kenntnisse der faunistischen Entwickelung unseres Obersilurs erweitert.

Das Obersilur bildet hier wesentlich eine Inselgruppe, die in dem nordwestlichen Teil des schönen Fjordgaffens des Kristianiafjords zwischen Holmestrand, Filtvedt und Moss liegt; diese besteht aus Kommersø, Gaaserumpen, Killingholmen, Bjerkø und Langø, die alle nur 2—3 Km. ausserhalb Holmestrand liegen und ausschliesslich aus obersilurischen Schichtenreihen aufgebaut sind. Ausserdem findet sich ein kleines obersilurisches Feld auf dem Festlande nördlich von der Kommersø.

Das Gebiet von Holmestrand sieht auf der Karte kleiner und schärfer begrenzt aus, als es in Wirklichkeit ist. Wie Brøgger nachgewiesen hat, muss nämlich das Obersilur hier auch den Meeresboden auf grossen Strecken des Fjordgaffens bilden und setzt sich dann gegen Norden in derselben Entwickelung in dem breiten Sande-Tal nach Drammen zu fort. Hier ist indessen der grösste Teil von mächtigen, losen Ablagerungen verborgen, und die kleinen Felder, die emporragen, sind so stark umgewandelt, dass sie keine Rolle für die stratigraphische Untersuchung spielen.

Literaturverzeichnis.

1855. Th. Kjerulf. Das Christiania Silurbecken. Kurze Bemerkungen Pag. 50.
1857. Th. Kjerulf. Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Beschreibung der Schichtenfolge. Pag. 111—114 und Übersichtskarte.
1865. Th. Kjerulf. Veiviser. Fossilien auf den Inseln bei Holmestrand.
1878. Th. Kjerulf. Geologisk Rektangelkart. Blatt 14 B. Moss.
1886. W. C. Brøgger. Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. (N. Mag. f. Nat. Bd. 30, Pag. 99). Grundlegend für den geologischen Bau des Gebiets.

Historische Übersicht.

Die versteinerungsreichen Ablagerungen auf den Inseln bei Holmestrand zogen frühzeitig die Aufmerksamkeit unserer Geologen auf sich, da sie in einer Gegend liegen, die auch in anderen geologischen Beziehungen von grossem Interesse ist.

Kjerulf nennt schon in seiner Arbeit „Das Christiania Silurbecken“ [1] im Jahre 1855, dass die Inseln aus obersilurischen Schichten gebildet werden, worin *Pentamerus, Catenipora, Calamopora Gothlandica* und *Phragmoceras ventricosum* vorkommen. Eine genauere Erörterung versucht er in dieser Arbeit nicht, die zunächst die Faltung des Kristianiabeckens behandelt. Zwei Jahre später gibt Kjerulf indessen in seiner grundlegenden Arbeit „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens“ (1857) nähere Aufschlüsse über die Stratigraphie der Inseln, begleitet von Profil und Kartenskizze [2]. Kjerulf hat nach dieser Arbeit umfassende Studien über die allgemeinen geologischen Verhältnisse bei Holmestrand getrieben. In betreff der Inseln wird der metamorphosierende Einfluss des nördlich davon gelegenen Granits erwähnt, ferner wird auf die auftretenden Verwerfungen aufmerksam gemacht. Kjerulf sagt hierüber: „Die Verbreitung der Straten ist indessen auf diesen Inseln nicht ganz einfach zu verfolgen. Offenbar wiederholen sich durch Rücken (*faults*) einigemal dieselben Straten.“ Über die Schichtenfolge spricht er sich verhältnismässig ausführlich aus: Bjerkø ist aus den ältesten Schichten gebildet und wird mit seinen Etagen 4 und 5 parallelisiert. Folgende Fossilien werden hiervon angegeben:

*Encriniten*stiele (*E. Snarøensis* ?).
Turbinolien.
Terebrateln, unter denen *T. reticularis.*

---

[1] Pag. 50.
[2] Pag. 111—114.

Halysites catenulatus.
Orthis pecten.
Turbo bicarinatus.
Euomphalus aequilaterus.

Für Langø stellt er folgende Schichtenfolge auf:

I. Unterst liegt Mergel und Tonschiefer mit:

Rhynchonella nucula.
Terebratula Wilsoni var. *costis intermediis paucioribus.*
Calymene tuberculata, Brünn.
Spirifer sulcatus, His.
Atrypa aspera.
Trilobites semilunaris, Esm.
Tentaculites ornatus s. *tenuis.*
Orthis lunata.
Die 4 letzten sollen wahrscheinlicherweise von hier stammen.

II. Hierüber kommt heller Mergel und darauf schöner, krystallinischer Kalk mit:

Favosites Gotlandica.
Thecia Swindernana, Goldf.
Aulopora repens, His.
Porites tubulata.
Halysites catenulatus.
Alveolites repens(?), Milne Edv.
Pileopsis cornuta, His.

III. Etwas höher hinauf sind *Orthoceratiten* allgemein, zusammen mit:

Terebratula nucella, F. A. Römer.
Leptaena euglypha.
Leptaena depressa.

IV. Die obersten Schichten bestehen aus konkretionären Kalksteinen; die folgenden Versteinerungen von Langø stammen nach Kjerulf wahrscheinlich von hier:

Orthoceratites nummularius.
Phragmoceras ventricosum.
Syringopora bifurcata.
Syringopora reticulata.
Cornulites serpularius.

Terebratula lacunosa.
Gomphoceras pyriforme.
Euomphalus funatus.

Über das Alter dieser Schichten sagt KJERULF: „Wenn die unteren Straten von Langø die Straten 5 β repräsentieren, haben wir in den oberen wenigstens die Etage 7."

In der Kommersø sieht KJERULF eine Wiederholung der Schichtenfolge auf Langø, die im nördlichen Teil der Insel von dem naheliegenden Granit umgewandelt wird.

Man kann hieraus sehen, dass KJERULF ganz eingehende Studien über die Stratigraphie der Inseln getrieben hat, ohne jedoch zu dem richtigen Verständnis des Alters der Schichten gekommen zu sein. Auf Bjerkø hat er ganz richtig seine Etage 5 nachgewiesen (er meint wahrscheinlich 5 β, den Malmøschiefer), während er merkwürdig genug nicht auf die Schichten des *Pentamerus*kalks aufmerksam gewesen ist, der sich doch hier in so reicher Entwickelung findet.

Noch sonderbarer ist es jedoch, dass er die Schichtenfolge auf Langø mit Etage 5 β—7 parallelisiert, während diese in Wirklichkeit zu dem obersten Teil seiner Etage 8 gehört. Seine Darstellung der Schichtenfolge selbst ist dagegen in den Hauptzügen ganz richtig aufgefasst, obschon sie in manchen Beziehungen unvollständig ist. Er hebt ganz richtig hervor, dass oberst ein grober konkretionärer Kalk liegt mit *Phragmoceras ventricosum* u. s. w., dass hierunter dünnere Schichten mit *Orthoceratiten* (= *Actinoceras imbricatum*, HIS.) und *Strophomenen* kommen, hierunter ein Korallenhorizont und unterst dünnere Schichten mit *Rhynchonella nucula* und *Tentaculites*. Die ältesten Schichten auf Langø — die *Phaseolus*-Zone — hat KJERULF nicht gesehen, sie sind aber auch nur an einzelnen Stellen blossgelegt; auch scheint er nicht darauf aufmerksam gewesen zu sein, dass sich mehrere Korallenhorizonte finden. Auf Kommersø hat KJERULF die Schichtenfolge auf der südlichsten Spitze studiert, wo sie auch sehr gut blossgelegt sind, während er nicht gesehen hat, dass sich auf der NO.-Seite der Insel ältere Schichten von ganz anderem Charakter finden. Obschon KJERULFS Darstellung somit in manchen Beziehungen unvollständig, ja in mehreren Punkten sogar ganz unrichtig ist, so ist sie doch die vollständigste, die bisher in faunistisch-stratigraphischer Beziehung veröffentlicht worden ist.

In KJERULFS späteren Arbeiten findet man keinen nennenswerten Fortschritt im Vergleich zu seiner grundlegenden Arbeit im Jahre 1857.

Freilich finden sich in dem sehr verdienstvollen „Veiviser“ von 1865 verschiedene neue Formen von Langø und Kommersø aufgeführt, und Kjerulf rechnet jetzt, wie man sieht, die obersten Schichten auf Langø zu Etage 8 α—γ, scheint aber im übrigen über die stratigraphische Stellung der übrigen Schichten im unklaren zu sein. Er führt z. B. aus den untersten Schichten auf Langø eine *Acroculia* und *Tentaculites ornatus* als von Etage 5 stammend auf. Als zu Etage 6—7 gehörend wird eine Reihe von Versteinerungen von Langø und Kommersø angeführt, nämlich:

Cystiphyllum cylindricum, Lonsd.
Favosites Hisingeri, E. & H.
Favosites Forbesi, E. & H.
Syringopora bifurcata, E. & H.
Streptelasma Europaeum.
Thecia Swinderenana, E. & H.
Orthis sp.
Rhynchonella nucula, Sow.
Strophomena funiculata, M'Coy.

Schliesslich werden von Etage 8 α—γ auf Langø folgende angeführt:

Favosites cristata, E. & H.
Megalomus canadensis, Hall.
Holopella obsoleta, Sow.
Euomphalus sculptus, Sow.
Phragmoceras ventricosum, Sow.
Phragmoceras arcuatum, Sow.

Versteinerungen von Bjerkø werden nicht erwähnt.

Kjerulf hat hier, wie man sieht, seine Bestimmungen von 1857 ziemlich verändert, einige sind weggelassen, andere hinzugekommen, aber er schwebt immer noch in dem Glauben, dass ein grösserer Teil der Schichtenfolge auf Langø zur Etage 5—7 gehöre. Vielleicht ist es das Vorkommen von *Tentaculites* in den untersten Schichten, das ihn dazu bringt, diese mit dem Malmøschiefer, Etage 5 β, zu parallelisieren; den korallenreichen Horizont muss er dann mit dem Korallenkalk der *Pentamerus*etage verglichen haben, trotzdem der vollständige Mangel an *Pentamerus oblongus* ihn notgedrungen dazu gebracht haben müsste, an der Richtigkeit zu zweifeln. Aber wo sind dann die Äquivalente für

das *Crotalocrinus*-Niveau und den *Grapholithen*schiefer? Natürlich könnte man annehmen, dass diese in einer ganz andern Facies vorhanden waren; ja, war man erst — wie vermutlich KJERULF es war — davon überzeugt, dass die untersten Schichten von Langø zur Etage 5 β (der späteren Etage 6) gehörten, so war dieser Schluss ganz natürlich. KJERULF schwebte hier in demselben Irrtum mit Bezug auf Langø, in dem sich einzelne Geologen bis auf den heutigen Tag in Bezug auf die Stratigraphie Gotlands befinden. Auf beiden Inseln hat man die ganze obersilurische Schichtenfolge entwickelt sehen wollen und ist daher zu ganz falschen Schlüssen wegen des wirklichen Alters der Schichtenfolge gelangt.

In KJERULFS grosser Arbeit „Udsigt over det sydlige Norges Geologi“ (1879) findet sich das Obersilur auf den Inseln bei Holmestrand nicht erwähnt, dagegen findet man auf dem geologischen Kartenblatt Moss, das im Jahre 1878 erschien und von KJERULF ausgearbeitet ist, dass er jetzt in der Hauptsache eine richtige Auffassung der Schichtenfolge gewonnen hat. Auf Bjerkø werden jetzt Malmøschiefer und *Pentamerus*kalk angegeben, auf Killingen *Pentamerus*kalk und auf den übrigen, Kommersø, Gaaserumpen und Langø Etage 8, die die jüngsten Kalksteine (Kokleatkalk), Tonschiefer, Mergelschiefer (jüngerer *Grapholithen*schiefer) umfasst. Welche von diesen beiden letzten Abteilungen KJERULF observiert hat, geht nicht aus der Karte hervor, auch nicht, ob er z. B. geglaubt hat, seine ganze Etage 8 mit der Schichtenfolge von Lango parallelisieren zu können, dieselbe, die er früher mit „Etage 5 β bis wenigstens Etage 7“ parallelisiert hatte. Die Sammlungen der Universität geben hierüber keinen Aufschluss; es findet sich indessen aus der Zeit KJERULFS nichts von dem untern Teil seiner Etage 8 auf Kommersø, einer Abteilung, die hier erst vom Verfasser im Jahre 1902 nachgewiesen wurde. Die Schichtenfolge auf Langø umfasst, wie später gezeigt werden soll, nur den obersten Teil von KJERULFS Etage 8.

Nach den hier erwähnten Arbeiten von KJERULF ist über die Stratigraphie der Inseln nichts veröffentlicht worden.

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Beim Studieren dieses Gebietes habe ich mich mit Rücksicht auf die Tektonik in wesentlichem Grade auf die grundlegende Arbeit gestützt, die W. C. Brøgger über die Bildung des Kristianiafjords veröffentlicht hat. Hierin werden die grossen Züge des geologischen Baues auch dieser Gegend behandelt.

Von einem der Aussichtspunkte auf den steilen Klippen, unter deren Fuss das malerische Städtchen Holmestrand liegt, erhält man eine ausgezeichnete Übersicht über diesen Teil des Kristianiafjords, den schönen Fjordgaffen zwischen Holmestrand, Filtvedt und Moss. Im Norden sieht man diesen Fjordgaffen von dem grossen Granitgebiet auf beiden Seiten des schmalen, rinnenförmigen Drammensfjords begrenzt. Er springt in breitem Bogen vor und schimmert rötlich in der Abendsonne. Im Osten sieht man das niedrige, schwach wogende Urgebirgsland zwischen Hvitsten, Soon und Moss. Es bläut in der Ferne. Die Sandsteine und Porphyrfelder der Jelø, die teilweise davor liegen, schmelzen damit zusammen und lassen sich nur schwer unterscheiden, obschon zwischen der Insel und dem Festlande die schärfste geologische Grenze, die mächtige östliche Verwerfungslinie des Kristianiafeldes, geht.

Am weitesten im Nordosten sieht man oder vielmehr ahnt man den schmalen Drøbaksfjord, der in den innern schönen Kristianiafjord mit seinen wichtigen obersilurischen Gebieten führt. Im Nordwesten sieht man in den ziemlich breiten Sandesognsfjord hinein, der bis Sandedalen geht.

Selbst steht man — oberhalb Holmestrand — auf der Südwestküste des Fjordgaffens, der hier in verhältnismässig gerader Linie geht mit steilen Felswänden, reich bekränzt von üppiger Vegetation. Weiter im Südosten sieht man die Küste in malerischen, steilen Landzungen hervorspringen, von denen sich besonders die stolzen Klippen von Mulaasen und Løvøen bemerkbar machen. Diese ganze Südostküste wird von mächtigen Porphyrmassen gebildet, die auf die schwach gegen Südost neigenden Schichten des devonischen Sandsteins angehäuft sind.

So ist der Rahmen um diesen schönen Teil des Kristianiafjords, der im O—W zwischen Holmestrand und Soon ungefähr 20 Km. und im N—S zwischen Løvøen und Ersvik 7—8 Km. misst.

Gerade vor Holmestrand liegen dann die vom Obersilur gebildeten Inseln in einem nordwestlichen Zug, ungefähr parallel der Küste bei Holmestrand und in einem Abstand von 2—3 Km. von dieser. Im Osten

sehen wir die lange und niedrige Langø, bedeckt von dunklem Nadelwald; im NO, von Langø durch einen breiten Sund getrennt, die lange, hohe und waldreiche Kommersø, die kleinen Inseln Gaaserumpen und Killingholmen und die hohe, hübsche, teilweise bebaute Bjerkø in dichtem Haufen, der nur durch einen 500—800 m. breiten Sund von dem nördlich gelegenen Festlande getrennt ist. Dieses besteht, wie erwähnt, aus hohen Granitfelsen mit Ausnahme einer kleinen Strecke an der Küste nördlich von Kommersø.

Der Bau der Inseln ist in seinen Hauptzügen einfach. Sie werden aus Schichtenreihen aufgebaut, die N 20—40° W streichen, einigermassen übereinstimmend mit den Längsachsen der Inseln, und fallen 10—30° gegen W 20—40° S. Diese Einfachheit wird indessen durch Verwerfungen kompliziert, die in grosser Menge auftreten, und auf die schon KJERULF, wennschon äusserst flüchtig, aufmerksam gemacht hat. Diese Verwerfungen erschweren oft in hohem Grade die Bestimmung der Schichtenfolge und der Mächtigkeit der einzelnen Zonen. Die Kenntnis derselben spielt daher die grösste Rolle beim Studieren der Stratigraphie.

Grundlegend für diese Verhältnisse ist BRØGGERS Arbeit über die Bildung des Kristianiafjords, und ich werde daher ein ganz kurzes Resumé seiner Schilderung von der Tektonik des Fjordgaffens geben.

Diese ganze Gegend ist durch grosse Verwerfungslinien in grössere und kleinere Stücke aufgeteilt, die in verschiedenem Grade eingesunken sind. Am stärksten treten die grossen ungefähr N—S laufenden Verwerfungen hervor, die auf BRØGGERS Profil und Planskizze (Pag. 201 und 195) dargestellt sind.

Am weitesten nach Osten haben wir die mächtige Verwerfung, die zwischen Jelø und dem Festlande läuft, und wodurch das westliche Stück, Jelø, ca. 1350 m. eingesunken ist. Dies Stück erstreckt sich vermutlich bis Østnæstangen und Mølen, wo das Urgebirge auftaucht.

Zwischen Mølen und Jelø, die bekanntlich aus rotem devonischem Sandstein und Porphyren besteht, sollten wir somit nach BRØGGER die Schichtenreihen des ganzen kambrischen und silurischen Systems haben. Westlich von Mølen kommt dann eine neue grosse Verwerfung, die in das hübsche Verwerfungstal bei Ersvik einschneidet. Hier ist wiederum das westlich gelegene Stück gesunken; dies Stück, das die centrale Fjordpartie repräsentiert, wird im Westen von einer Verwerfungslinie Skjøttelvik—Borrevand begrenzt. Gleich westlich davon geht eine neue



Fig. 36. Von der Südwestseite der Langø. Man sieht nach Norden in die Bucht mit Agerupbryggen hinein. Schwach fallende, grobknollige Schichten der Zone 9 d bilden das Ufer.

Nach einer Photographie des Verfassers.

Verwerfung, die sich im Süden in der Bucht bei Freberg nachweisen lässt, deren nördlicher Verlauf indessen etwas unsicher ist; sehr wahrscheinlich verläuft sie westlich von der Südostspitze von Langø. Im Verhältnis zu diesem Stück ist das östlich gelegene eingesunken; letzteres repräsentiert daher eine rinnenförmig eingesunkene Partie, die den tiefsten Teil des jetzigen Fjordgaffens bildet. Im Verhältnis zu dieser centralen Partie ist das grosse östlich gelegene Stück am stärksten mit seinem östlichen Teil eingesunken, die westlich gelegenen Stücke dagegen mit ihrem westlichen Teil, wie Brøggers Profil andeutet. Westlich von Langø geht eine neue grosse N—S-liche Verwerfung, die Brøgger ganz natürlich mit der Verwerfungslinie von Mulviken verbindet. Dies alles wird sehr hübsch auf Brøggers Profil Seite 200—201 seiner Arbeit dargestellt. Ausser diesen, in der Hauptsache N—S-lichen, Verwerfungslinien hat Brøgger eine Reihe anderer nachgewiesen, die diese in verschiedenen Richtungen schneiden.

Hierzu gehören diejenigen, die das Urgebirge und das Silur gegen den nördlich gelegenen Granit begrenzen, und die sich direkt nachweisen lassen, wo diese Grenze über dem Niveau des Fjords liegt, so z. B. bei dem silurischen Feld auf dem Festlande nördlich von Kommersø, bei dem untersilurischen Feld zwischen Solfjeld und Ersvik und dem Urgebirge östlich von Ersvik längs der Küste. (Siehe Brøggers Arbeit Seite 179 und ff.).

Diese Verwerfungslinien haben östlich vom Auslauf des Drammensfjords eine nordöstliche, westlich davon dagegen eine mehr oder weniger nordwestliche Richtung; sie folgen demnach der gegen Süden konvexen Grenze des Granits auf der Nordseite des Fjordgaffens, indem sie in einem Bogen zusammenlaufen. Ähnliche Verwerfungen hat Brøgger auch in längerem Abstand von der Granitgrenze nachgewiesen, so z. B. zwischen Bævø und Jelø im östlichen Teil des Fjords. Brøgger resumiert diesen Teil der geologischen Geschichte dieser Gegend auf folgende Weise (Seite 194):

„Die jetzt von dem Fjord bedeckte Platte wurde von ung. N—S-„lichen (und, wie die übrigen Beobachtungen lehren, ausserdem auch „von ung. SW—NO-lichen, ung. W—O-lichen, ung. NW—SO-lichen „etc.) Spalten zerschnitten. Ungefähr längs der Mitte des Fjordgaffens „hat eine grosse Berstung stattgefunden; hier ist ein keilförmiges „Stück eingesunken, auf welchem jetzt die tiefste Fjordrinne eingegraben „ist. Gleichzeitig ist längs der östlichen Grenzlinie des Fjords die öst-„liche Fjordplatte um ca. 1350 Meter gesunken, ebenso die westliche, in „mehrere Schollen zerstückte Fjordplatte nach W und SW eingesunken.“

Nachdem nun die Hauptzüge des geologischen Baues der ganzen Gegend geschildert sind, müssen wir den Bau der obersilurischen Inseln etwas näher betrachten, zumal die Verwerfungen, die darauf auftreten und die für die Erörterung der Schichtenfolge von Bedeutung sind.

Alle Inseln haben wegen ihres Aufbaues aus schwach nach WSW—SW fallenden Schichten ein und denselben Charakter. Es sind langgestreckte Inseln mit einer schwach neigenden SW-Seite, mehr oder weniger je nach dem Fall der Schichten, und einer steilen NO-Seite, oft mit jähen Felswänden, die sich an manchen Stellen direkt in die See stürzen. Das ganze Gebiet ist ein monoklinal aufgebautes Stück Land, das von der Erosion in eine Reihe von Parallelrücken mit steilen Escarpments auf der NO-lichen Seite und dazwischen liegenden mehr oder weniger tiefen Längstälern ausgemeisselt sind. Jetzt ist das meiste vom Fjord bedeckt, und nur einzelne Teile der höchsten Längsrücken ragen hervor. Dieser Bau tritt auf mehreren der Photographien hübsch hervor.

Die Einförmigkeit dieses Aufbaues wird nun von den Verwerfungen unterbrochen, die in grosser Menge die Inseln durchschneiden und gleichfalls zwischen ihnen auftreten.

Am meisten detailliert habe ich sie auf Langø studiert. Von Herrn Ingeniør Large wurde diese Insel im Massstabe von 1 : 5000 neu topographisch aufgemessen, und in Zusammenarbeit mit mir wurden dann die geologischen Verhältnisse zur selben Zeit direkt eingelegt. Die Proben der zahlreichen Gänge wurden gütigst von Herrn Amanuensis H. Schetelig untersucht, und ich hoffe somit, dass wir hierdurch eine wirklich brauchbare Detailkarte dieser interessanten Insel geschaffen haben (Karte V).

Langø ist 3,1 Km. lang, im breitesten Teil nicht ganz 0,5 Km. breit und nicht mehr als ca. 25 M. hoch. Von Holmestrand aus repräsentiert sie sich als eine niedrige, einförmige, waldbewachsene Insel, indem man von hier aus nur ihre schwach neigende Südwestseite sieht, wo die Schichten mit schwachem Fall ins Meer tauchen (Fig. 36). Viel schöner und abwechselnder ist die Nordostseite mit ihrer steilen Küste, die in zahlreichen Landzungen hervorspringt und ausgezeichnete Profile gibt (Fig. 58). Auf dieser Nordostseite lassen sich die Verwerfungen am besten studieren. Die Schichtenreihe auf Langø gehört zum mittleren Ludlow und hat mehrere, leicht erkennbare Zonen, die sich durch die vortrefflichen Profile längs der ganzen Küste verfolgen lassen. Das Streichen ist auf dem nordwestlichsten Teil der Insel N 40° W und verändert sich südwärts zu N 15—20° W, ja auf dem SO-Ende zu



Fig. 37. Längenverwerfung auf der Nordostseite der Langø zwischen Rusebugt und Hortensbugt mit Überschiebung der Schichtenfolge. Der Intrusivgang, der in der Unterzone $9\,c\,\alpha$ liegt, ist wiederholt.

Nach einer Photographie des Verfassers.

N—S; der Fall ist 15°—20° gegen SW WSW. Die Längsachse der Insel ist nun N 42° W. Die Streichenrichtung fällt demnach nur im nordwestlichsten Teil damit zusammen; sehr bald wird sie nördlicher als die Längsachse, und man sollte daher erwarten, südostwärts immer ältere Schichten zu treffen, die auf der nordöstlichen Seite entblösst sind. Ein Blick auf meine Karte zeigt indessen, dass dies nicht der Fall ist. Der Grund hierzu ist in den zahlreichen Verwerfungen mit ungefähr N—S-lichem Verlauf zu suchen, die die Insel durchschneiden, und wodurch die östlichen Stücke eingesunken sind. Die Karte gibt Aufschluss über die grösseren dieser Verwerfungen, über deren Menge man erstaunt. Jede kleine Bucht auf der Nordostseite repräsentiert eine grössere oder kleinere Verwerfung, was auch die schematische Darstellung der NO-Küste, die auf der Karte zu finden ist, zur Anschauung bringt. Die Grösse dieser ungefähr N - S-laufenden Verwerfungen, die in der Topographie der Insel besonders deutlich hervortreten, ist auf der Karte angegeben; die grösste, die wir gemessen haben (Rusebugt), ist 21.1 m., gewöhnlich sind sie viel geringer. Wir haben bei mehreren gefunden, dass die Grösse (Sprunghöhe) der Einsenkung gegen S rasch abnimmt, bis ein Nullpunkt erreicht ist, worauf die Senkung des betreffenden Stückes scheinbar in eine Hebung übergeht. Wir sind der Meinung, dass also in diesen Fällen eine Drehung um eine Achse vor sich gegangen ist.

Längs dieser Verwerfungen führen niedrigere oder höhere Passübergänge über den Höhenrücken der Insel, der nahe der NO-Küste liegt; sie können oft als Versenkungen nach der SW-Küste verfolgt werden. In vielen Fällen aber verschwinden sie scheinbar, ehe sie die SW-Küste erreichen, wo sie überhaupt viel schwieriger nachzuweisen sind, da sich hier nur der obere, grobknollige Kalk (9 d) von einförmigem Aussehen blossgelegt findet. Die Verwerfungsebenen scheinen überall steil gegen Osten zu neigen.

Wie diese Verwerfungen die Form der Insel beeinflusst haben, sieht man deutlich an Stellen, wo sie besonders gross und zahlreich auftreten; solche Stellen sind zwischen Rusebugt und Agerupsbugt ungefähr auf der Mitte der Langø und etwas südlich von Jagtebryggen: auf beiden Stellen laufen zahlreiche Spaltengänge[1] über die Insel mit derselben Hauptrichtung wie die Verwerfungen. Wir haben hier die beiden grössten Bruchzonen auf Langø, und die Insel wird hierdurch in 3 Hauptstücke geteilt. Deutlich tritt auch hervor, dass hierdurch das Streichen der Schichten jedesmal einer Änderung unterliegt.

[1] Wesentlich von Diabas, seltener von Diabasporphyrit und Proterobas.

Seltener sind Verwerfungen mit einem NO- bis ONO-lichen Verlauf; sie verbinden sich zuweilen mit den vorhergehenden und schneiden oft keilförmige Stücke aus. Die SO-lich liegenden Stücke sind bei diesen eingesunken. Sie repräsentieren deutlich ein zweites System und werden auch von einer Reihe ähnlich laufender Spaltengänge begleitet[1].

Ein drittes System wird von Verwerfungen mit einem Verlauf gebildet, der mehr oder weniger mit der Längenachse der Insel zusammenfällt. Diese Verwerfungen sind gewöhnlich sehr schwierig mit Sicherheit nachzuweisen, da sie über das mehr überdeckte Innere der Insel laufen. Sie spielen aber sicherlich eine nicht unwichtige Rolle. Mehrere Züge von teilweise sehr mächtigen Spaltengängen haben dieselbe Richtung[2]. Wir sind der Auffassung, dass die Verwerfungsebenen bei diesen gewöhnlich steil nach NO neigen, und da die NO-lichen Stücke eingesunken sind, eine Wiederholung der Schichtenfolge eingetreten ist. Ich stütze dies auch auf deutliche Beispiele auf Bjerkø und Kommersø. Dass dies jedoch nicht immer der Fall ist, zeigt sehr schön eine Längsverwerfung auf der NO-Küste von Langø gleich südlich von Rusebugten, die ausgezeichnet blossgelegt ist (Fig. 37). Diese Verwerfung wird besonders deutlich markiert durch einen mächtigen Intrusivgang; die Verwerfungsebene fällt hier ca. 45° nach SW, und da das NO-liche Stück eingesunken ist, ist folglich eine Überschiebung der Schichtenfolge eingetreten.

Es wäre noch vieles über die geologischen Verhältnisse auf Langø zu sagen; ich muss mich jedoch hier mit diesen kurzen Bemerkungen begnügen und weise übrigens auf meine Karte hin.

Wie Brøgger nachgewiesen hat, ist Langø von den andern Inseln durch eine grosse Verwerfung getrennt, die ungefähr N 15—20° O streicht und wahrscheinlich, wie Brøgger angibt, nach Muleviken, südöstlich von Holmestrand, laufen muss. Die Schichtenreihe von Langø trifft man nämlich auf der nördlichen Inselgruppe nicht in den Streichen der Insel wieder, sondern viel weiter westwärts, auf Gaaserumpen und Kommersø. Von Gaaserumpen erstreckt sich nun in südöstlicher Richtung ein Unterwasserrücken bis zum Langøgrund hinab; dieser Längsrücken, der auf der Seekarte deutlich hervortritt, besteht aus Gaaserumpens Schichten, wenigstens bis Bjerkøskjæret, wo die Schichten zu sehen sind, aller Wahrscheinlichkeit nach aber ganz bis zum Langøgrund, der, wie man annehmen muss, gerade westlich von der Verwerfungslinie liegen muss. Nimmt man dies an, so muss das östliche Stück mit Langø 350—400 m. eingesunken sein.

---

[1] Von Essexitporphyrit, Rhombenporphyr, Proterobas, Diabas und Diabasporphyrit.

[2] Mächtige Gänge von Diabasporphyrit und Proterobas, auch von Diabas.

Auf der nördlich gelegenen Inselgruppe, Kommersø, Gaaserumpen, Killingholmen und Bjerkø, treten Verwerfungen derselben Art auf wie auf Langø nachgewiesen; doch haben die Querverwerfungen hier einen östlicheren Verlauf, besonders auf den westlichen der Inseln. Auf Bjerkø scheinen z. B. diese Verwerfungen ungefähr N 10° O, auf Kommersø dagegen N 20—40° O zu gehen. Wahrscheinlich hängt dies mit der Biegung zusammen, die die Grenze des naheliegenden Granitlakkoliths macht.

In dieser Verbindung mag auch bemerkt werden, dass das Einfallen gegen Westen steigt (von 10—20° auf Bjerkø bis 30° auf Kommersø). Auch auf diesen Inseln sind die östlichen oder südöstlichen Stücke eingesunken. Nur eine Ausnahme von dieser Regel habe ich gefunden, indem der nordwestliche Teil von Killingholmen (nordwestlich vom Quarzporphyrgang) im Verhältnis zum südöstlichen eingesunken zu sein scheint. Diese Verwerfungen treten oft orographisch sehr deutlich hervor.

Längsverwerfungen lassen sich in diesem Teile des Gebietes öfters nachweisen und spielen bei der Bestimmung der Schichtenfolge und der Mächtigkeit der verschiedenen Zonen eine sehr wichtige Rolle.

Auf Kommersø habe ich mehrere solche gefunden. Diese Insel besteht aus den Etagen 8—9. Südwestlichst läuft ein Höhenrücken (bis zu 50 m.) mit deutlichem Escarpment, gebildet aus den dichten und mächtigen Kalken des mittleren Ludlows (Etage 9 c—d). Nordöstlich von diesem Längsrücken bilden die unteren Schichten vom Ludlow und Wenlock einen niedrigeren, mehr überdeckten Teil, wo man die kleineren Kalkabteilungen der Schichtenfolge als ganz niedrige Längsrücken aufragen sieht. Hier in diesem niedrigeren Teil habe ich mehrere Längsverwerfungen mit Einsenkungen der nordöstlichen Stücke gefunden, wodurch die Schichtenreihe wiederholt wird (Fig. 45 u. 48). Diese Längsverwerfungen scheinen ziemlich parallel mit der Streichenrichtung zu gehen. Das Einfallen der Verwerfungsebene habe ich hier nicht gesehen; da die Schichtenfolge durch diese Verwerfungen wiederholt wird, muss sie jedoch mehr oder weniger steil nach NO neigen.

Auf der Nordostseite von Killingholmen habe ich ähnliche Längsverwerfungen gefunden; aber in noch grösserer Anzahl scheinen sie auf Bjerkø aufzutreten. Diese Insel ist aus Unterem und Oberem Llandovery aufgebaut, das besonders längs der Küste des südlichen Teils in ausgezeichneten Profilen blossgelegt ist. Bjerkø bildet einen bis 60 m. hohen Längsrücken mit schönem Escarpment gegen Nordost, der von den dichten Schichten des *Pentamerus*kalks gekrönt ist. Unterhalb des Escarpments liegt ein flacheres Vorland vom Unteren Llandovery;

dies wird wahrscheinlich von Längsverwerfungen durchschnitten. Die Schichten sind indessen hier so stark umgewandelt, dass sie schwer zu bestimmen sind. Auch die schwach neigende Südwestseite, die teilweise bebaut ist, wird von solchen Verwerfungen durchsetzt, wodurch der *Pentamerus*kalk wiederholt wird. Überall tritt hier das Einsinken der nordöstlichen Stücke auf.

Die Sprunghöhen dieser Verwerfungen sind schwer zu bestimmen, da die Schichtenreihen des *Pentamerus*kalks keine leicht erkennbaren Unterabteilungen haben; sie können indessen nicht sonderlich gross sein, da nur ein kleinerer Teil des eigentlichen *Pentamerus*kalks (7 b) wiederholt wird.

Sehr gross ist dagegen die Längsverwerfung, die Bjerkø von Killingholmen trennt. Durch diese wird nämlich, wie die Karte zeigt, die Schichtenreihe vom *Pentamerus*kalk (7 b) bis zu der Zone 6 c hinab wiederholt. Die Sprunghöhe (die vertikale) muss hier ca. 150 m. sein. Dass dies eine Längsverwerfung und nicht eine grosse Querverwerfung ist, wie diejenige, die Langø von der nördlichen Inselgruppe trennt, wird dadurch bewiesen, dass der Längsrücken, der sich unter der Meeresfläche von Gaaserumpen südostwärts bis Bjerkøskjæret und Langøgrund erstreckt, nicht von einer so grossen Verwerfung durchschnitten sein kann.

Eine ähnliche Wiederholung der Schichtenreihe wie auf Killingholmen und Bjerkø findet man auf Gaaserumpen und der schmalen südöstlichen Spitze von Kommersø, die von dem übrigen Teil der Insel durch einen niedrigen Hals getrennt ist. Dieser Teil der Kommersø besteht aus den Zonen 9 b—d, also dem mittleren Teil des Ludlow, der hier in einem ganz vorzüglichen Profil blossgelegt ist. Gaaserumpen besteht aus 9 c—d in reicher Entwickelung; die unteren Schichten auf dieser kleinen Insel, der feinknollige Kalk, findet sich auf Bjerkøskjæret wieder, das in der Streichenrichtung im Südost liegt. Es müssen demnach im Sund zwischen Gaaserumpen und Kommersø eine oder mehrere Verwerfungen gehen, wodurch Gaaserumpen ca. 120 m. eingesunken ist. Es erscheint mir nun am wahrscheinlichsten, dass man es hier mit einer ungefähr S.—N.-gehenden Verwerfung zu tun hat, die zwischen Kommersø und Killingholmen einschneidet. Die Sache ist nämlich die, dass die Schichtenreihen auf Killingholmen und Kommersø zeigen, dass auch zwischen diesen Inseln eine entsprechend grosse Verwerfung (Pag. 211) gehen muss, während der Zwischenraum zwischen Killingholmen und Gaaserumpen ungefähr der Schichtenreihe entsprechen mag, die hier normalerweise vorhanden sein sollte. Das natürlichste

scheint alsdann zu sein, diese mit einer grossen S.—N.-gehenden Hauptverwerfung zu kombinieren, indem man annimmt, dass Killingholmen und Gaaserumpen zu ein und demselben Hauptstück gehören.

Es erübrigt noch mit ein paar Worten das kleine obersilurische Feld zu erwähnen, das sich auf dem Festlande nördlich von Kommersø findet. Es ist ein ca. 1,5 Km. langer und nur 250—400 m. breiter Küstenstreifen, der sich nordwestwärts vom Hofe Sando erstreckt. Er wird von Granit umgeben, von dem er nach Broggers Untersuchungen durch Verwerfungen getrennt wird. Die Schichten sind hier sehr stark umgewandelt und schwierig zu bestimmen; die Schichtenreihe wird wesentlich von Ludlow gebildet, geht aber im Südost wahrscheinlich in Wenlock hinab.

Der nördliche Teil des obersilurischen Gebiets ist von dem naheliegenden Granit umgewandelt. In so starkem Grade, dass stratigraphische Untersuchungen erschwert werden, erstreckt sich diese Umwandlung vom Norden über Killingholmen und den grössten Teil von Kommersø und Bjerkø. Die auf der Oberfläche ausgewitterten Fossilien und Abdrücke geben hier jedoch oft die nötigen Aufschlüsse, und selbst wenn sich keine grösseren faunistischen Studien vornehmen lassen, finden sich doch auch in diesem stark umgewandelten Gürtel mehrere Profile, die für die Erörterung der Schichtenfolge von grösster Bedeutung sind.

Das ganze obersilurische Gebiet zeigt sich nach der auf den vorhergehenden Seiten gegebenen kurzen Darstellung als ein monoklinal aufgebautes Landstück, das durch eine Menge von Verwerfungen treppenförmig nach Ost und Nordost eingesunken ist. Die wichtigsten dieser Verwerfungen sind Querverwerfungen mit N—S- bis NO—SW-licher Richtung mit Einsenkung der östlichen Stücke und Längsverwerfungen mit Einsenkung der nordöstlichen Stücke. Die meisten dieser Verwerfungen haben verhältnismässig kleine Sprunghöhen, einzelne aber heben sich durch ihre Grösse hervor und teilen das Gebiet in grosse Hauptstücke. Von dieser Art ist die N.—S. gehende Verwerfung zwischen Kommersø und Gaaserumpen mit Killingholmen, die NNO—SSW gehende zwischen Langø und den übrigen Inseln und die grosse Längsverwerfung zwischen Killingholmen und Bjerkø.

Stratigraphische Beschreibung.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

Weder der Übergang vom Untersilur zum Obersilur noch der untere Teil des Unteren Llandovery lassen sich auf den Inseln bei Holmestrand studieren. Es ist nur der obere Teil dieser Etage, der blossgelegt ist. Er findet sich in unbedeutender Mächtigkeit auf der Nordostseite von Killingholmen, sein wesentliches Gebiet aber ist die Nordostseite von Bjerkø, wo er den untersten Teil des steilen Escarpments der Insel und das unterhalb gelegene niedrigere Vorland bildet. Dieses scheint von Längsverwerfungen durchsetzt zu sein; aber die Schichten sind hier ganz bis zu der hübschen Bucht nördlich von der Südostspitze der Insel so umgewandelt, dass sich keine genaueren stratigraphischen Studien vornehmen lassen. Ich habe den Eindruck empfangen, dass man hier den oberen Teil der Etage (*Stricklandinia*-Zone) ein paar Mal wiederholt vor sich hat. Südlich von der Bucht in der malerischen, steilen Felswand, die sich mit fast lotrechtem Absturz in die See bis zur Südostspitze hinab erstreckt, fangen die Schichten an immer weniger umgewandelt zu werden; hier findet man den oberen Teil der Etage und dessen Übergang zum Oberen Llandovery in interessanter und fossilienreicher Entwickelung.

Es ist somit von dem Unteren Llandovery nur die Zone 6 c, die studiert werden kann, und zwar in einer Entwickelung, die hauptsächlich mit derjenigen im Malmøgebiet übereinstimmt.

6 c. Die Zone mit Stricklandinia lens, Sow.

Auch hier bei Holmestrand kann man zwei Unterabteilungen unterscheiden, eine untere mit weniger reichlichem und eine obere mit sehr reichlichem Schiefer.

6 c α. Die Unterzone mit den reichen *Stricklandinia*-Schichten.

Von der Schichtenfolge, die in der steilen NO.-Seite der südlichen Bjerkø blossgelegt ist, gehören ungefähr die unteren 15 m. hierher. Die untere Grenze kann nicht bestimmt werden.

Die Schichtenfolge besteht aus ebenen Platten von graublauem bis grünlichem feinem Kalksandstein, der mit graugrünem Tonschiefer und

dünnen fossilienführenden Kalkschichten wechselt. Die Kalksandsteinschichten sind im allgemeinen nur 2—3 cm. dick, können aber oft linsenförmig aufgeschwollen sein; einzelne haben doch eine gleichmässige Dicke von bis 20 cm. Der Schiefer ist reichlich vorhanden, in 2—10 cm. dicken Zonen. In den Kalkschichten fand sich folgende Fauna:

Favosites asper, d'Orb. Selten.
Helopora sp. Sehr allg.
Tentaculites Anglicus, Salt. Allg.
Orthis cf. *canaliculata,* Ldm. Sehr allg.
Orthis Wisbyensis, Ldm. Allg.
Leptaena transversalis, Dalm. Sowohl die grosse als auch die kleine Varietät.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Rhynchonella cf. *Weaveri,* Salt. Selten.
Meristella sp. Allg.
Stricklandinia lens, Sow. In ganzen Schichten. Steht Malmøens *mutatio* am nächsten.
Phacops elliptifrons, Esm. Allg.
Acidaspis Marklini, Ang. Selten.

Höher hinauf werden die Kalksandsteinschichten spärlicher, und die schieferreiche obere Abteilung fängt an.

6 c β. Die Unterzone mit den *Stictopora Malmøensis*-reichen Schichten.

Diese schieferreiche obere Abteilung ist ca. 15 m. mächtig und ausgezeichnet blossgelegt oberhalb der vorigen Schichtenfolge. Die Umwandlung der Schichten ist weniger vorgeschritten, und die faunistischen Verhältnisse lassen sich deshalb leichter feststellen als in 6 c α.

Die Fauna wurde hier 8—15 m. unter der oberen Grenze der Etage genauer studiert. Diese Schichten bilden eine schmale, niedrige Plattform unter einer hohen, steilen Wand, von der grosse Blöcke herabgestürzt sind. Gleich südlich davon geht die Felswand lotrecht in die See. Fig. 38 zeigt 1.75 m. dieser Schichtenreihe, um die sedimentäre Entwickelung zu illustrieren.

Die Fauna gleicht sehr derjenigen, die ich soeben von den darunter liegenden Schichten beschrieben habe, zeigt jedoch einzelne Verschiedenheiten. Auch hier finden sich ganze Schichten voll von *Stricklandinia lens,* Sow. Andere sind vollgepfropft mit einer eigentümlichen *Zaphrentis*

mit ausserordentlich weitem und tiefem Kalk, zusammen mit Massen von *Atrypa reticularis*, L. oder mit Mengen der hübschen blätterartigen Bryozoe *Stictopora* (?) *Malmøensis*, Kjerulf. Diese *Zaphrentis*schichten bestehen aus schiefrigem Kalk und enthalten auch einzelne Exemplare von *Encrinurus punctatus*, Brünn. und *Favosites asper*, d'Orb. Andere schiefrige Schichten sind von Myriaden mit wurmähnlichen Spuren

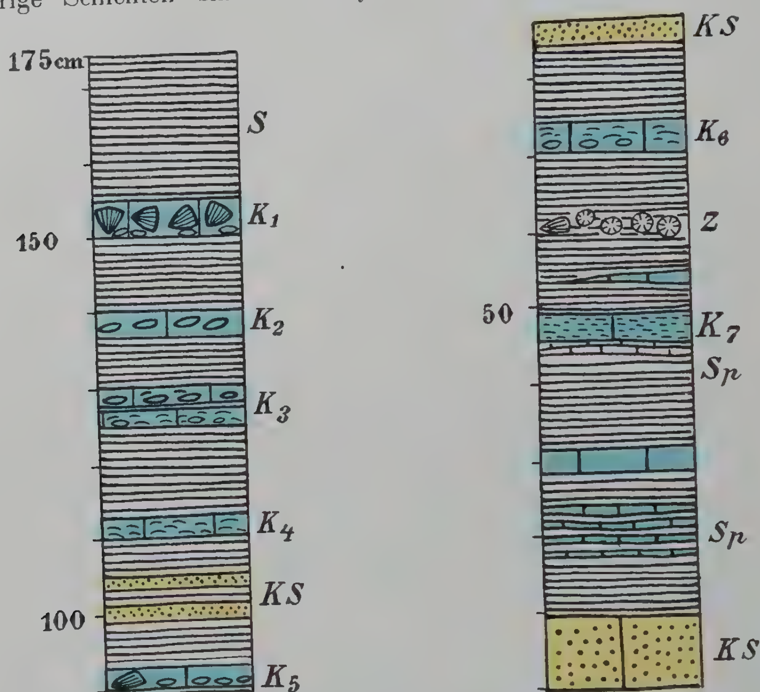


Fig. 38. Beispiel der Schichtenfolge in 6 c β, 8—10 m. von der oberen Grenze. Massstab 1 : 10.

K_1. Kalkschicht mit Mengen von *Atrypa reticularis*, L. und *Zaphrentiden*. — K_2. Kalkschicht mit Mengen von *Stricklandinia lens*, Sow. — K_3. Zwei Kalkschichten voll von *Stricklandinia lens*, Sow., *Atrypa reticularis*, L. und *Leptaena transversalis*, Dalm. — K_4. Kalkschicht mit *Strophomena pecten*, L. und *Leptaena transversalis*, Dalm. — K_5. Kalkschicht mit *Atrypa reticularis*, L. und *Zaphrentiden*. — K_6. Kalkschicht mit *Strophomena pecten*, L. und *Atrypa reticularis*, L. — K_7. Grauer Fragmentkalk. — *KS*. Kalksandstein. — *S*. Schiefer. — *Sp*. Schiefer mit Kriechspuren. — *Z*. Schicht mit *Zaphrentiden*.

durchsetzt; auf den Schichtflächen sieht man auch in grosser Anzahl die flachgedrückten Skelette der rätselhaften *Mastopora fava*, Salt. Keine andere Lokalität ist so reich an dieser Form; aber die Exemplare sind schlecht erhalten. In dem dunklen Schiefer finden sich oft Mengen von feinen Bryozoenstengeln, meist zusammen mit *Tentaculites*.

Die verschiedenen Schichten, die ich hier beschrieben habe, enthalten eine Tiergesellschaft, in der sich eine oder ein Paar Formen

in so grosser Menge finden, dass alle übrigen gänzlich zurücktreten. Sie zeigen uns mit anderen Worten ausgeprägte Tierformationen (Stuxberg). Sie folgen aufeinander in wechselnder Reihenfolge, und die einzelnen wiederholen sich mit grösserem oder kleinerem Zwischenraum.

Andere Schichten enthalten eine verschiedenartigere Tiergesellschaft. Eine enthielt z. B. ausser einzelnen Exemplaren von *Phacops elliptifrons*, Esm. und *Orthis* sp. zahlreiche Exemplare und Fragmente von folgenden Formen:

Feine *Bryozoen* (*Helopora* sp.) und *Zaphrentis* sp.
Orthis rustica, L.
Strophomena sp.
Stricklandinia lens, Sow.

In anderen Schichten fanden sich ausser diesen *Leptaena transversalis*, Dalm. und *Lichas* sp.

Nach oben zu geht diese schieferreiche Abteilung allmählich in eine fossilienreiche Abteilung mit dichtliegenden Kalkschichten über, die unterste Zone der Etage 7.

4—6 m. unter der Grenze, wo die Kalkschichten schon zahlreicher werden, fand ich eine reiche Fauna; die Kalkschichten sind hier oft sehr fossilienreich; die folgenden Formen wurden hiervon bestimmt:

Favosites asper, d'Orb.
Plasmopora stella, Ldm. In einer Schicht sehr zahlreich.
Zaphrentis sp.
Calostylis denticulata, Kjerulf. Im Schiefer, selten.
Orthis Wisbyensis, Ldm. Oft in Mengen.
Strophomena cf. *expansa*, Sow. Sehr allg. in einer kleinen Varietät.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Rhynchonella 10-plicata, Sow. Selten.
Meristella sp. Oft in Mengen.
Stricklandinia lens, Sow. Allg. in kleineren Exemplaren.
Stictopora (?) *Malmøensis*, Kjerulf.
Phacops elliptifrons, Esm.
Encrinurus punctatus, Brünn.

Die Entwickelung des hier geschilderten oberen Teiles des Unteren Llandovery ist ungefähr dieselbe, die ich vom Malmøgebiete geschildert habe. Nur ist der schieferreiche, obere Teil etwas mächtiger auf den Inseln bei Holmestrand, nämlich ca. 15 m. und ist auch nicht in so

korallenreicher Facies als auf Malmø vorhanden. Einzelne Unterschiede müssen besonders hervorgehoben werden. So findet man im Malmøgebiete nicht das massenhafte Auftreten von *Mastopora fava*, SALT. in 6 c β; sie tritt hier tiefer unten auf. Dagegen ist *Calostylis*, die so sehr häufig im obersten Teile der 6 c β auf Malmø auftritt, sehr selten in derselben Zone auf Bjerkø. Eigentümlich sind auch hier die reichen *Zaphrentis*formationen und das reichliche Auftreten von *Stricklandinia lens*, Sow., die in 6 c β auf Malmø nur ganz selten zu finden ist. Interessant ist das Auftreten einzelner Formen, die sonst der westlichen Entwickelung des Obersilurs im Kristianiagebiete eigen sind, nämlich *Meristella* sp., *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., *Rh. Weaveri*, SALT. und *Strophomena expansa*, Sow. Besonders die erste tritt oberst in einzelnen Schichten in Mengen auf; sie scheint auf Ringerike etwas höher vorzukommen (7 a).

Obwohl somit die allgemeine Entwickelung am meisten mit dem Malmøgebiet übereinstimmt, können doch in der Zusammensetzung der Fauna einzelne Anklänge an Ringerike nachgewiesen werden.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

Oberes Llandovery bildet die beiden Inseln Killingholmen und Bjerkø mit Ausnahme von kleineren nordwestlichen Teilen, die aus der obersten Zone von Unterem Llandovery bestehen. Es ist jedoch nur der untere Teil, der diese grosse Verbreitung hat, während sich der obere nur auf einem kleinen Gebiet auf der Südwestseite von Killingholmen findet. Diese beiden Inseln zeigen, wie bereits erwähnt, eine Wiederholung der Schichtenfolge (der untere Teil des Oberen Llandovery und die oberste Zone vom Unteren), die von der grossen Längsverwerfung zwischen beiden Inseln herrührt. Durch diese ist Bjerkø ca. 150 m. eingesunken. Andere kleinere Längsverwerfungen durchschneiden beide Inseln, ausser einer Reihe der gewöhnlichen NNO-lichen Querverwerfungen. Auf Bjerkø bildet der untere Teil dieser Etage zusammen mit der *Stricklandinia lens*-Zone den ausgeprägten Escarpment oder mit anderen Worten den steilen nordöstlichen Absturz des Längsrückens, der durch die ganze Insel streicht und eine Höhe von ca. 60 m. erreicht. Fast das ganze Obere Llandovery ist stark umgewandelt, so dass es schwierig ist, faunistische Studien zu machen; nur auf dem südlichsten Teil von Bjerkø macht sich diese Umwandlung weniger bemerkbar; hier finden

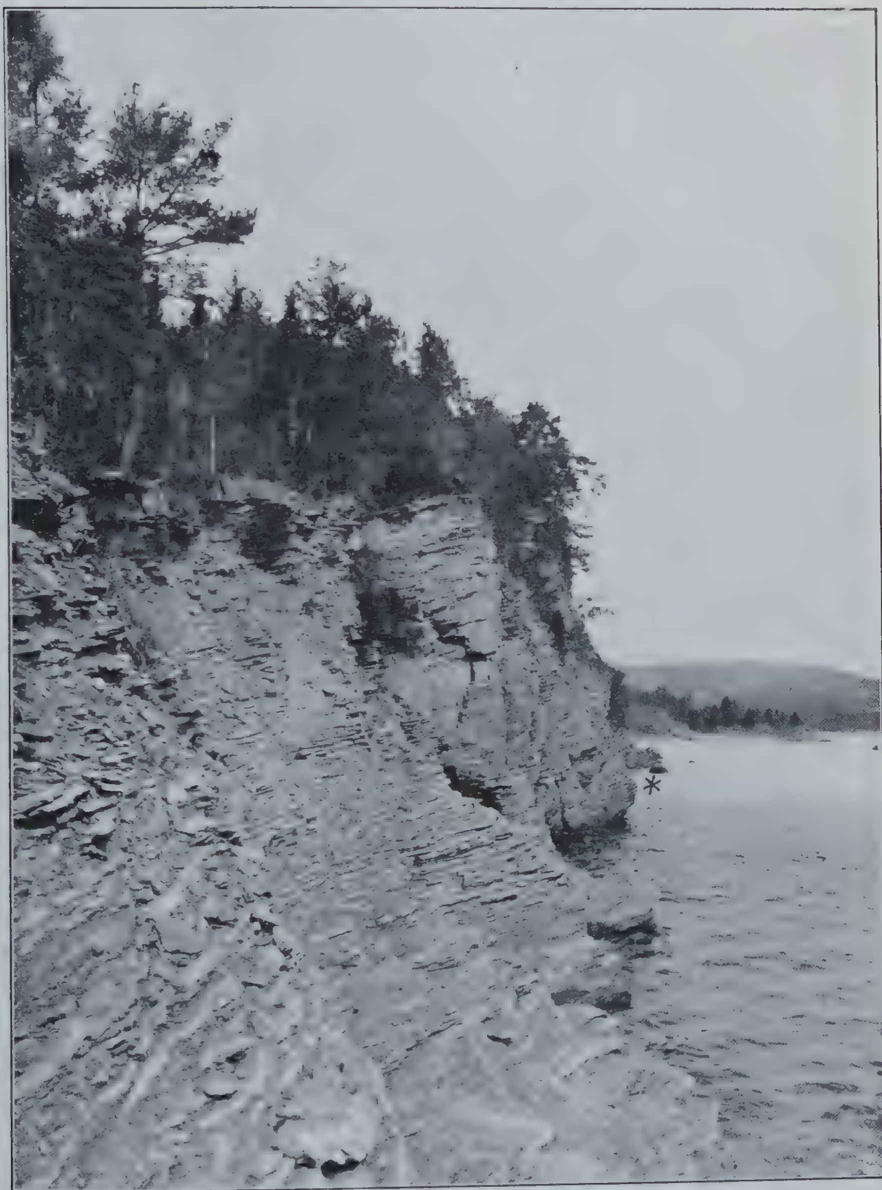


Fig. 39. Die steile Ostseite von der Südostspitze der Bjerkø (man sieht nach Norden). Profil durch die Zone 7 a. Bei dem Stern Übergang zu 6 c.
Nach einer Photographie des Verfassers.

sich denn auch ausgezeichnete Profile, leider aber nur durch den untern Teil der Etage.

Das Obere Llandovery kann auf den Inseln bei Holmestrand in folgende Zonen geteilt werden:

7 a.	Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow. (Mutatio), oberst mit den *Pentamerus borealis*-Schichten	ca. 10—12 m.
7 b.	Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. oder der eigentliche *Pentamerus*-Kalk	ca. 40 m.
7 c α.	Die Zone mit dem unteren *Crotalocrinus*-Schiefer	ca. 14 m.(?)
7 c β.	Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. und *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. (Der obere *Pentamerus*-Kalk) . . .	ca. 20 m.
7 c γ.	Die Zone mit dem oberen *Crotalocrinus*-Schiefer	ca. 20 m.(?)

Das ganze Obere Llandovery sollte demnach eine Mächtigkeit von 105—107 m. haben; wahrscheinlich ist es in der Tat etwas mächtiger.

7 a. Die Zone mit Stricklandinia lens, Sow. (Mutatio), oberst mit den Pentamerus borealis-Schichten.

Auf die vorhergehende Abteilung mit ihrer typischen Unteren Llandovery-Fauna folgt eine Schichtenreihe, die sich sowohl in sedimentärer als auch faunistischer Beziehung scharf von dieser unterscheidet. Es ist die interessante Übergangszone zwischen Unterem und Oberem Llandovery. Petrographisch nähert sie sich stark dem *Pentamerus*-Kalk, aber ihre Fauna ist eine vollständige Mischungsfauna mit sehr interessanten Elementen.

Die Zone ist auf Bjerkø 10—12 m. mächtig und besteht aus 2—8 cm. dicken, meistens etwas knolligen Schichten von grauem Kalk, getrennt durch ebenso mächtige Schichten von graublauem Mergelschiefer, der mit bräunlicher Haut verwittert. Ab und zu im unteren Teil eine Kalksandsteinschicht. Nach unten zu wird der Schiefer reichlicher, und die Abteilung geht somit gleichmässig in den schieferreichen, oberen Teil des Unteren Llandovery über. Nach oben zu werden die Kalkschichten dichter und oft dicker, lösen sich oft in Knollen auf und gehen auf diese Weise mit gleichmässigem Übergang in den echten *Pentamerus*-Kalk über.

Vorzüglich blossgelegt und sehr fossilienreich findet sich diese Zone auf der Ostseite der Südspitze von Bjerkø. Von hier aus streicht sie durch die ganze Insel in dem oberen Teil des Escarpments. Sie findet sich auch auf der Nordostseite von Killingholmen und lässt sich

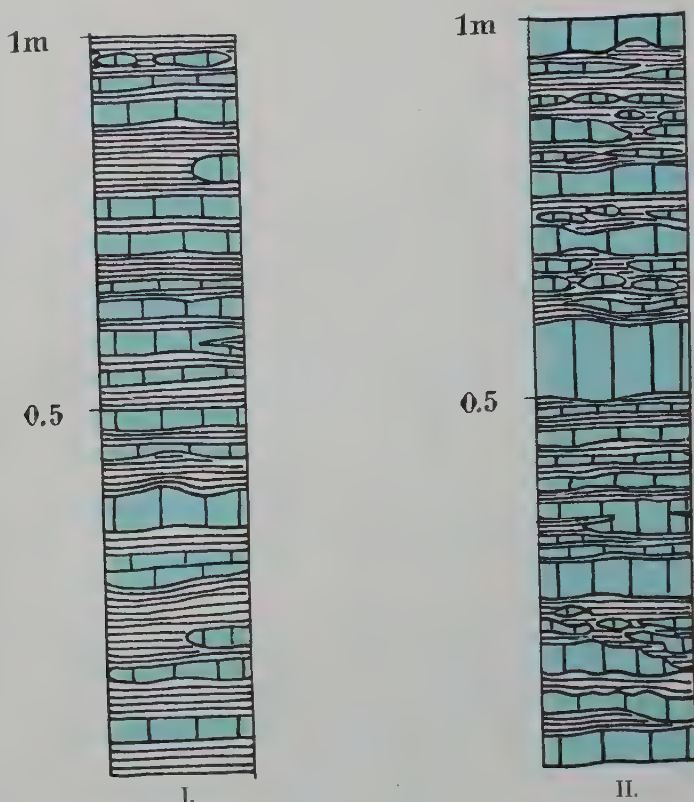


Fig. 40. Beispiele der Schichtenfolge auf der Südostspitze von Bjerkø. Massstab 1 : 10.

I. 1 m. vom unteren Teil. II. 1 m. vom oberen Teil der Zone. Kalkschichten (blau) und Mergelschiefer.

hier besonders gut sehen auf der Südostseite der grossen, eigentümlichen Versenkung, die in SW.—NO.-Richtung durch die Insel schneidet, und wo sich nach Professor Brøggers Mitteilung der Quarzporphyrgang von Gaaserumpen fortsetzt. Die Zone ist hier stark umgewandelt. Die einzigste Stelle, wo sich ihre Fauna studieren lässt, ist die Südspitze von Bjerkø. Die geologischen Verhältnisse hier werden durch die beigefügte Photographie und das Profil beleuchtet.

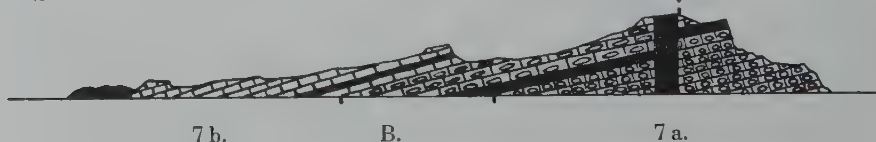


Fig. 41. Profil durch die Südostspitze von Bjerkø. Massstab 1 : 480.

B. Die *Borealis*schichten im obersten Teil der Zone 7 a. Spaltengänge und Intrusivgänge sind schwarz.

Die obere Grenze der Zone ist wie gesagt ganz unbestimmt; auch faunistisch lässt sie sich nicht sicher feststellen. Die Fauna erleidet hier eine allmähliche Entwickelung vom Unteren zum Oberen Llandovery, und viele Formen, die man als charakteristisch für diese beiden Etagen betrachtet, mischen sich vollständig. Sehr deutlich zeigt sich dies in dem gleichzeitigen Auftreten der letzten Mutation der *Stricklandinia lens*, Sow. und der ersten des *Pentamerus oblongus*, Sow. (*Pentamerus borealis*, Eichw.) im oberen Teil dieser Zone. Ca. 3,5 m. hinab fand ich die ersten Exemplare von *Pentamerus borealis*, Eichw., in einer dickschaligen Varietät; er tritt sparsam auf, bis er in den obersten Schichten (0.3—0.5 m. über dem Intrusivgang) sehr reichlich auftritt und oft in sehr typischen Exemplaren. Die letzte Mutation von *Stricklandinia lens*, Sow. findet sich oft ganz zahlreich bis ca. 0.5 m. unter diesen reichen *Pentamerus*schichten, womit ich in dieser Arbeit die Zone 7 a abschliesse. Höher hinauf finden sich Übergangsformen zwischen *Pentamerus borealis*, Eichw. und dem echten *Pentamerus oblongus*, Sow.

Ich habe in dieser Zone auf der Südspitze von Bjerkø folgende Formen gefunden:

Stromatopora sp. Allg.
Favosites Gotlandicus, L. Auch in dem untersten Teil in kleinen Kolonien.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Propora sp.
Acantholithus asteriscus, F. Röm. Allg.
Zaphrentis sp. Grosse Form, allg.
Zaphrentis sp. Kleine Form, allg.
Ptychophyllum sp. Allg.
Cyathophyllum sp. Oberst, nicht allg.
Calostylis denticulata, Kjerulf. In den obersten Schichten.
Helopora sp. und andere feine Bryozoen. Allg.
Ptilodictya (*Phraenopora*) sp. Allg.
Stictopora (?) *Malmøensis*, Kj., in Menge oberst.
*Crinoiden*stengel, glatte; allg. (bis 7 mm. im Diameter) auch im untersten Teil.
Orthis sp. cf. *elegantula*, Dalm. Allg.
Strophomena cf. *expansa*, Sow. Mehrere in den obersten Schichten.

Strophomena semiglobosa, Dav. Nicht selten, auch in den untersten Schichten.

Atrypa reticularis, L. Sehr allg., zuweilen in ganzen Schichten.

Rhynchonella cf. *borealis*, Schl. Selten.

Meristella sp. Selten im oberen Teil.

Meristella sp. Sehr grosse Form. 0.5 m. unterhalb der *Borealis*-Schichten.

Stricklandinia lens, Sow. Mutatio. Allg. in einzelnen, oft ganzen Exemplaren, auch in einer ganzen Schicht unterst; allg. auch oberst zusammen mit *Illaenus* und *Bumastus*.

Pentamerus borealis, Eichw. Einzelne Exemplare, 3—3.5 m. hinab, oberst in reichen Formationen.

Tentaculites Anglicus, Salt. Dieselbe Form wie in dem unteren Teil von 6 auf Bjerkø. Nicht selten.

Pterinea cf. *tenuistriata*, M'Coy. 2 Expl. im oberen Teil.

Pleurotomaria sp. Sehr grosse Form. Allg.

Pleurotomaria alata, His. Allg.

Murchisonia sp.(?). Sehr allg. im oberen Teil.

Eunema 5-cincta, Kjerulf. 1 Expl. im oberen Teil.

Bellerophon sp. 1 Expl.

Bellerophon dilatatus, Sow. Mehrere Exemplare.

Cyrthoceras sp. Fragment.

Orthoceras sp.

Gomphoceras sp. 1 kleines Expl.

Discoceras sp. Fragment.

Leperditia cf. *Hisingeri*, F. Schm. Übergangsformen zwischen *L. Hisingeri* und L. *abbreviata*. Allg. auch in dem untersten Teil.

Illaenus spinosus, Kiær (nov. sp.). Sehr allg. in den obersten Schichten (ca. 1 m. hinab). Auch im unteren Teil.

Illaenus sp.

Bumastus depressus, Kiær (nov. sp.). Sehr allg. in den obersten Schichten (ca. 1 m. hinab) zusammen mit *Illaenus*.

Bronteus sp. Fragmente oberst zusammen mit *Bumastus* und *Illaenus*.

Proetus sp. Allg. mit den vorhergehenden.

Phacops elliptifrons, Esm. Nicht selten im mittleren u. oberen Teil.

Cheirurus bimucronatus, Murch. 2 Glabellen im oberen Teil.

Diese Entwickelung ähnelt sehr derjenigen des Malmøgebiets; aber die Zone ist hier auf Bjerkø viel fossilienreicher und kann daher auf

besonders grosses Interesse Anspruch machen. Der Charakter als der einer Mischungsfauna von Typen des Unteren und Oberen Llandovery ist besonders ausgeprägt. An Formen, die als charakteristisch für Etage 6 anzusehen sind, muss ich folgende hervorheben:

Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Stictopora (?) *Malmøensis*, Kjerulf.
Tentaculites sp.
Phacops elliptifrons, Esm.

Zusammen mit diesen finden sich andere, die sonst für Etage 7 eigentümlich sind, nämlich:

Eunema 5-cincta, Kjerulf.
Illaenus longispinosus, Klær (nov. sp.).

Eigenartig für diese Zone sind folgende Formen:

Stricklandinia lens, Sow. Mutatio.
Pentamerus borealis, Eichw.
Bumastus depressus, Klær (nov. sp.).
Leperditia Hisingeri — abbreviata.

Alle diese sind sehr interessant. Die Mutation von *Strickl. lens*, Sow., die hier auftritt, ist eine Form mit hohem Umbo und verhältnismässig langem Septum, die sich in bedeutendem Grade von derjenigen unterscheidet, die in der *Stricklandinia lens*-Zone im Unteren Llandovery allgemein ist. Es ist eine Mutation dieser Form, die sich der Gattung *Pentamerus* zu nähern scheint, und die in phylogenetischer Beziehung von grossem Interesse ist. Sie findet sich ganz allgemein, auch in vollständigen Exemplaren.

Wie auf Ringerike tritt in dieser Zone die erste Form der wichtigen Reihe der glatten *Pentameren* auf. Ca. 3.5 m. hinab habe ich die ersten Exemplare von *Pentamerus borealis*, Eichw. gefunden in derselben dickschaligen Varietät wie in der westlichen Entwickelung des Obersilurs. Sie findet sich auf Bjerkø ganz vereinzelt; erst oberst finden sich einige Schichten, die Mengen von diesem *Pentamerus borealis*, Eichw. führen. Er ist in diesen obersten Schichten weniger dickschalig als auf Ringerike, stimmt aber oft vollkommen mit den typischen Exemplaren von Estland (G_2) überein. *P. borealis*, Eichw. zeichnet sich durch sein kurzes Septum und seine verhältnismässig sehr breite Kammer aus. Er setzt sich durch Zwischenformen in den echten *P. oblongus*, Sow. fort, der in der nächsten Zone die normale Form bildet.

Ganz allgemein ist eine *Leperditia*-Form, die eine Art Zwischenstellung zwischen *L. Hisingeri*, F. Schm. und L. *abbreviata*, F. Schm. zu bilden scheint. Dieselbe Form tritt auch in anderen unserer obersilurischen Gebiete in dieser Zone auf, die der zweitälteste *Leperditia*-Horizont in unserem Obersilur ist. Ich fasse sie als eine Stammform der beiden genannten Arten auf.

Die schöne *Bumastus depressus*, Kiær (nov. sp.) habe ich oberst in der Zone in ungewöhnlich guten Exemplaren gefunden; sie zeichnet diese Zone sowohl hier als auch auf dem Malmøgebiet aus und bildet eine interessante Stufe in der Reihe von den *Bumastus*formen, die so viele Zonen unseres Obersilurs charakterisieren.

7 b. Die Zone mit Pentamerus oblongus, Sow. oder der Pentameruskalk.

Über der fossilienreichen Übergangszone 7 a folgt ohne scharfe petrographische und faunistische Grenze eine mächtige Schichtenreihe von knolligen Kalkschichten mit spärlichem oder abteilungsweise etwas reichlicherem Schiefer, der *Pentamerus oblongus*, Sow. in seiner typischen Form enthält. Massivere Kalke finden sich in diesem Gebiete nicht, und die Schichtenfolge lässt sich kaum in mehrere Zonen teilen, obschon sich freilich einzelne Eigenarten für ihren unteren und oberen Teil nachweisen lassen. Diese Zone hat die grösste Verbreitung unter den Zonen des Oberen Llandovery; sie bildet den grössten Teil der Oberfläche von Bjerkø und Killingholmen.

Ihre untersten Schichten sind auf der Südspitze von Bjerkø vorzüglich blossgelegt; sie bestehen hier aus 3—5 cm. dicken, schwach knolligen und sehr fossilienreichen Kalkschichten und spärlichem Schiefer. Diese Schichten sind sehr korallenreich, besonders findet sich *Favosites Gotlandicus*, L. in grosser Menge.

Von der hier auftretenden reichen Fauna kann ich folgende Formen nennen:

Stromatopora sp. Allg.
Favosites Gotlandicus, L. In Mengen.
Favosites Hisingeri, Edw. & H. Allg.
Favosites sp.
Halysites catenularius, L. Allg.
Halysites escharoides, Lam.
Propora compacta, Ldm. Allg.
Propora minima, Ldm.

Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Zaphrentis, mehrere Arten. Allg.
Calostylis denticulata, Kjerulf. Sehr allg.
Calostylis nov. sp. (Koloniebildend). Selten.
*Crinoiden*stielglieder (*Gissocrinus*?). Allg.
Orthis calligramma, Dalm.
Strophomena semiglobosa, Dav. Allg.
Rhynchonella borealis, Schl.
Barrandella linguifer, Sow.
Pentamerus oblongus, Sow. Sehr allg.
Leperditia abbreviata, F. Schm. Allg.

Wie man sieht ist die Fauna wenig von derjenigen in 7 a verschieden; die *Stricklandinia lens*, Sow. ist aber verschwunden und anstatt des charakteristischen *Pentamerus borealis*, Eichw. treten Formen auf, die ich teils als Übergangsformen von *P. borealis*, Eichw. zu *P. oblongus*, Sow., teils als den echten *P. oblongus*, Sow. betrachte. Nähere Auskünfte hierüber werde ich in einer späteren, speziellen Arbeit geben. Eigentümlich ist das zahlreiche Auftreten von *Calostylis denticulata*, Kjerulf. Mit der gewöhnlichen solitären Form zusammen kommt auch eine koloniebildende Form vor, die wahrscheinlich eine neue Art darstellt.

Einen etwas anderen Charakter haben die Schichten, die auf der Südwestküste der Insel zwischen den Fischerhäusern blossgelegt sind. In den knolligen und gleichmässigeren Kalkschichten mit Schieferfetzen findet sich hier auch an mehreren Stellen eine reiche Korallenfauna, die gewiss dem mittleren Teil der Zone angehört. Hier ist *Calostylis* selten, während riesengrosse Stöcke (über 1 m. im Durchmesser) einer eigentümlichen *Stromatopora* (*Rosenella*, Fig. 42) an mehreren Stellen allgemein sind. *Favosites* tritt dagegen nicht in so grosser Menge auf wie früher. In einer Kalkschicht fanden sich Mengen von runden, kleinen Knollen mit stomatoporoider Struktur; diese eigentümlichen Fossilien, die besonders im obersten Teil des Obersilurs in vielen Horizonten rein sedimentbildend auftreten, können vorläufig stromatoporoide Knollen genannt werden. Mehrere Kalkschichten führen hier auch *Pentamerus oblongus*, Sow. Zumal in einer fand ich eine ganze Menge ausgezeichnet erhaltene Exemplare einer stark trilobaten Form, die von der sich unterst befindenden etwas verschieden ist.

Von dieser Fauna, die meiner Ansicht nach zum mittleren Teil der Zone gehört, können angeführt werden:

Rosenella sp., in mächtigen Stöcken. Allg.

Stromatopora sp. Allg.

Stromatoporoide Knollen, sedimentbildend, in einer einzelnen Schicht.

Favosites Gotlandicus, L.



Fig. 42. Aus dem mittleren Teil der Zone 7 b auf der SW-Seite von Bjerkø. Vorn sieht man 2 mächtige Stöcke von *Rosenella* sp., von welchen der eine mit dem Hammer markiert ist. Hinten ein mächtiger Diabasporphyritgang.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Favosites Fougti, Edw. & H.

Favosites Hisingeri, Edw. & H.

Halysites escharoides, Lam.

Propora compacta, Ldm. Allg.

Propora minima, Ldm. Allg.

Plasmopora stella, Ldm.

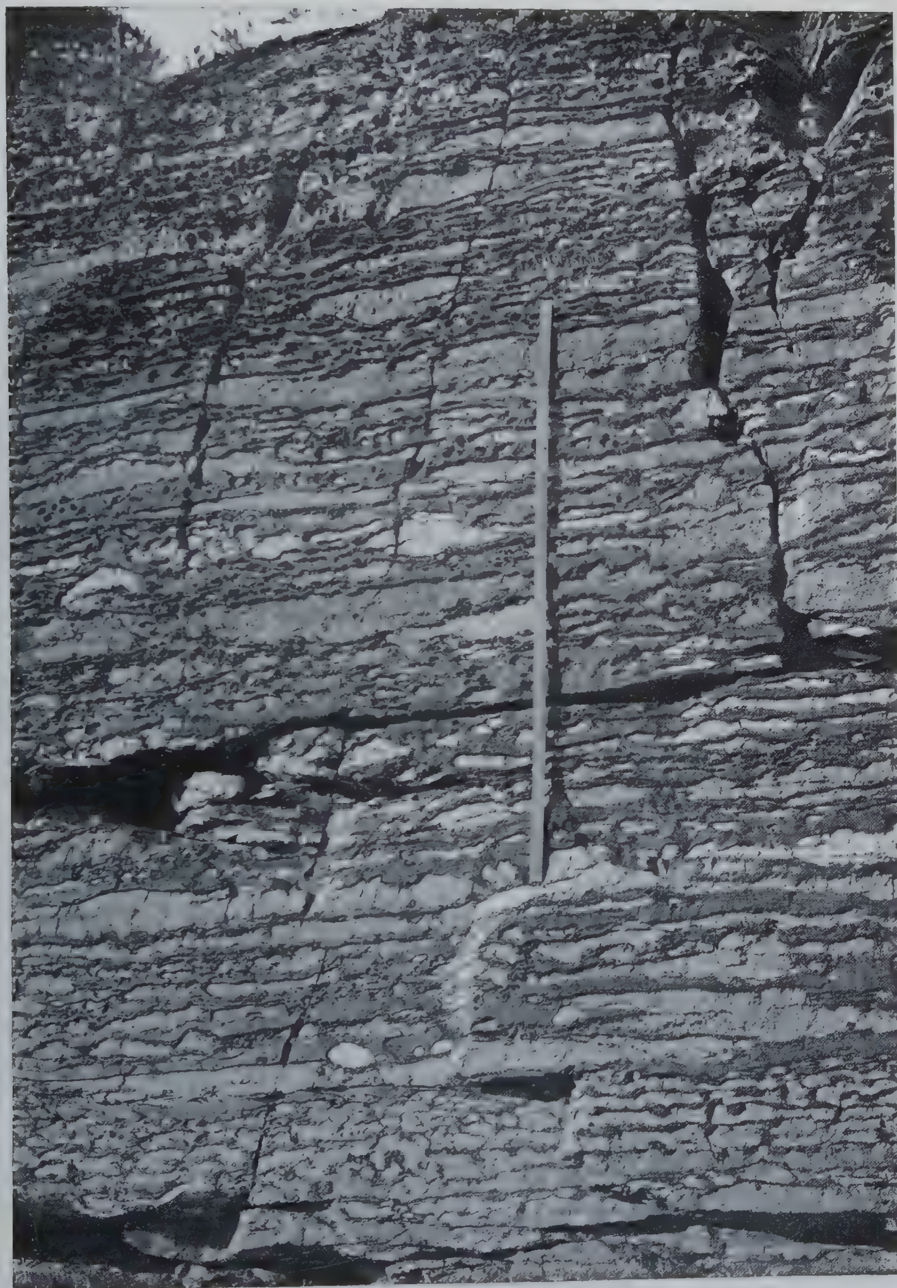


Fig. 43. Schichtenfolge im mittleren Teil der Zone 7 b auf der Südostspitze von Killingholmen. Mehr oder weniger knollige Kalkschichten (hell) und gehärteter Schiefer (dunkel). Der Massstab ist 1 m.

Nach einer Photographie des Verfassers.

Ptychophyllum patellatum, Schl.
Calostylis denticulata, Kjerulf. Selten.
Zaphrentis sp.
Astraeospongia meniscus, F. R. Nicht selten.
*Crinoiden*stielglieder.
Orthis calligramma, Dalm.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Leptaena transversalis, Dalm.
Pentamerus oblongus, Sow. In ganzen Schichten. Eine grosse, stark trilobate Form.
Leperditia abbreviata, F. Schm.

Auf der Südwestküste von Bjerkø lässt sich beobachten, dass diese Schichten von einer schieferreicheren Abteilung überlagert werden, was auch am Südostende von Killingholmen ersichtlich ist.

Die vielen Längsverwerfungen auf Bjerkø bewirken, dass sich die Mächtigkeit der Schichtenreihe hier sehr schwer bestimmen lässt.

Mehr übersichtlich in dieser Beziehung sind die Verhältnisse am südöstlichen Ende von Killingholmen; hier sind die Schichten ausgezeichnet blossgelegt, aber stark umgewandelt. Eine sichere Mächtigkeitsbestimmung scheitert hier daran, dass es äusserst schwierig ist zu entscheiden, wie gross die Verwerfungen sind, die die Schichtenreihe durchschneiden. Ich habe hier versucht, die Mächtigkeit festzustellen und bin zu folgenden Massen gelangt, die, wie ich vermute, nicht so sehr von der Wirklichkeit abweichen werden:

1. Unterst eine Schichtenreihe mit mehr oder weniger dichten, knolligen Kalkschichten, in deren oberem Teil die reiche Korallenfauna zu sehen ist, die ich von der Südwestküste von Bjerkø beschrieben habe . . . . ca. 25 m.
(von dem oberen Teil, ca. 6 m. tief, ist die Photographie Fig. 43).
2. Eine Abteilung mit reichlichem Schiefer und oft dicken Kalkschichten. *Atrypa reticularis*, L. allgemein, ebenso *Halysites* und grosse, flache Stöcke von *Favosites* . . . . 4—5 m.
3. Knolliger Kalk in dichten Schichten wechselt mit Abteilungen mit reichlicherem Schiefer. Die Fauna erscheint hier spärlich, besonders was Korallen betrifft. Nur *Pentamerus oblongos*, Sow., grosse *Gastropoden* und dickere *Crinoiden*stielglieder waren zu sehen . . ca. 10 m.

Die ganze Zone sollte hiernach ca. 40 m. mächtig sein. Ihre Facies bildet eine Art von Zwischenstellung zwischen der Entwickelung im Malmøgebiete und auf Ringerike; aber die grösste Übereinstimmung

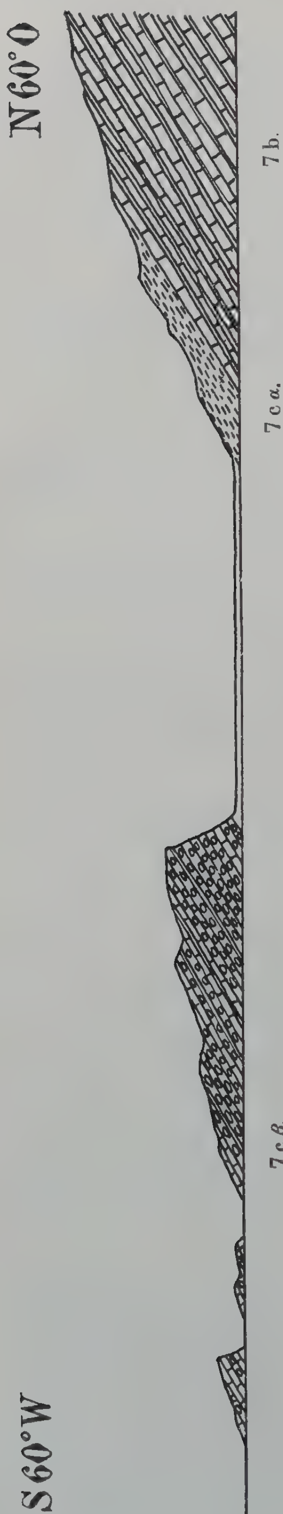


Fig. 44. Profil durch die Zone 7c auf der SW-Seite von Killingholmen. 1:500.

zeigt sie doch mit dem Malmøgebiete. Abweichend von der Entwickelung in diesem findet sich ein besonders reicher Korallenhorizont in dem untersten Teil, der auf Malmøen nicht besonders fossilienreich ist. Die obersten 15 m. haben eine gewisse facielle Ähnlichkeit mit der Zone 7 b β auf Ringerike, entbehren aber deren reiche Korallenfauna, die übrigens auch auf Ringerike nicht konstant auftritt.

7c α. Die Zone mit dem Crotalocrinusschiefer
und
7c β. Die Zone mit Stricklandinia lirata, Sow. und Pentamerus Gotlandicus, Leb.

Die einzigste Stelle, wo dieser obere Teil von Etage 7 zu sehen ist, ist auf der Südwestküste von Killingholmen bei dem Sund zwischen dieser Insel und Kommersø.

Von dem übrigen Teil der Insel durch ein ganz niedriges, überdecktes Stück Land getrennt liegt hier dem Sunde zunächst eine Reihe niedriger Klippen, bestehend aus den Schichten der obersten dieser Zone. Leider ist die Umwandlung hier so gross, dass sich die Fauna nur auf günstig ausgewitterter Oberfläche studieren lässt.

Das Profil ist hier folgendermassen:

1. Direkt über 7 b im Streichen mit dem südlichen Teil der Südwestküste liegen ca. 2 m. ganz feinknollige Kalkschichten und Schiefer, die in hohem Grade an Malmøens feinknollige *Crotalocrinus*-Zone erinnern. In dem oberen Teil waren Mengen von langen *Crotalocrinus*-Stielen zu sehen; diese sind von denen Malmøens verschieden, stimmen aber mit denjenigen überein, die den unteren roten *Crotalocrinus*-Schiefer auf Ringerike kennzeichnen.

2. Hierauf folgen 24 m. überdeckter Boden.
3. Jetzt kommt die Klippenreihe, die ich schon besprochen habe.

In dieser Klippenreihe sieht man unterst ca. 13 m. mit feinknolligem Kalk von etwas anderem Charakter als dem in 7 b. Korallen finden sich in grossen Massen; viele Schichten sind vollständig von *Halysites* durchwoben. In Mengen kommt auch eine feinröhrige *Favosites* vor. die in flachen, kuchenförmigen Stöcken mit konzentrisch gestreiftem Epithek auftritt, und eine dünne, scheibenförmige *Coenites*-Form. Allgemein sind zugleich eine sehr grossröhrige *Favosites*, grobröhrige *Halysitiden, Heliolites, Cystiphyllum* und *Cyathophyllum*. Einzelne dickere Kalkschichten kommen vor, worin Mengen von *Pentamerus oblongus*, Sow. in derselben grossen, mit langem Septum versehenen Form, die auf Ringerike in der *Stricklandinia lirata*-Zone auftritt und mit dem auf Gotland vorkommenden *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. übereinstimmt.

Hierüber liegen noch ca. 8 m. mit teilweise dickknolligeren Kalkschichten und teilweise dickeren, gleichmässigen Kalkschichten, die mit feinknolligen, schiefervermengten Schichten mit ungeheuren Massen von *Pentamerus oblongus*, Sow. wechseln. Auch die dickeren Kalkschichten sind voll davon. Dies ist der reichste *Pentamerus oblongus*-Horizont, den ich in diesem Gebiete gesehen habe. Viele sind sehr dickschalig. Hier fand ich auch Spuren von *Stricklandinia lirata*, Sow. Ausserdem einzelne Korallen.

Diese Schichtenreihe ist so ausserordentlich fossilienreich, dass man bedauern muss, dass die starke Umwandlung der Schichten eine genaue Untersuchung der Fauna unmöglich macht. Doch ist das hier mitgeteilte genügend, um diese interessante Abteilung zu parallelisieren.

Es ist auch nicht möglich zu entscheiden, ob zwischen dieser Klippenreihe und dem übrigen Teil der Insel eine Verwerfung geht oder nicht. Findet sich keine solche, so erhält man hier über 7 b eine Schichtenreihe von ca. 35 m., die dem oberen Teil vom Oberen Llandovery oder 7 c angehört. Dieser zerfällt hier in 2 Zonen:

7 c α. Die Zone mit dem *Crotalocrinus*schiefer, wovon nur ca. 2 m. blossgelegt sind, die aber ca. 14 m. mächtig sein kann, wenn sie ganz bis zur Klippenreihe fortsetzt.

7 c β. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. und *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. oder der obere *Pentamerus*-kalk, der wenigstens 21 m. beträgt, vielleicht mehr.

Beide Zonen treten in sehr interessanten Facies auf; die unterste (7 c α) gleicht dem feinknolligen *Crotalocrinus*-Schiefer von Malmøen, führt aber die *Crinoiden*stiele von Ringerike;

die oberste (7 c β) ist von der Entwickelung auf Malmøen weit verschieden; sie stimmt mit der Entwickelung der *Stricklandinia lirata*-Zone auf Ringerike überein, ja übertrifft sie wohl gar an Fossilienreichtum. Die starke Umwandlung der Schichten macht leider eine gründliche faunistische Untersuchung unmöglich.

7 c γ. Die Zone mit dem oberen Crotalocrinusschiefer.

Unterst auf der Nordostseite von Kommersø, bei dem Sunde zwischen dieser Insel und Killingholmen, findet sich eine Schichtenreihe mit stark umgewandeltem schwarzblauem Schiefer und dünnen Kalkschichten, die sich oft in Kalkknollen auflösen. Diese enthalten oft Mengen von *Atrypa reticularis*, L. und *Crinoiden*stielglieder mit rundem Nahrungskanal. Ausserdem sind Fragmente von *Encrinurus* und *Spirifer plicatellus*, L. gefunden worden. Diese Schichtenreihe, die in einer Mächtigkeit von ca. 20 m. blossgelegt ist, lässt sich aus Gründen, die bei der Erwähnung des Profils durch Wenlock auf Kommersø (Pag. 211) dargelegt sind, als der Übergangszone zwischen Oberem Llandovery und Wenlock entsprechend, die ich auf Ringerike als 7 c γ oder die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*-Schiefer beschrieben habe, ansehen. Sie ist hier auf Kommersø so stark umgewandelt, dass sie faunistisch nicht näher erörtert werden kann.

Die Mächtigkeit lässt sich nicht bestimmen, da die untere Grenze der Zone von der See bedeckt ist; von ihrem oberen Teil sind ca. 20 m. blossgelegt; sie ist aber wahrscheinlich etwas mächtiger. Auf Ringerike ist sie 35 m. mächtig.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

Die Wenlocketage findet sich nur auf Kommersø, wo sie die Schichtenfolge auf der Nordostseite bildet. Im Südosten ist dies Wenlockgebiet ca. 130 m. breit, nach Nordwesten zu wird es schmäler und ist nördlich bei der Kalkfabrik, wie die Karte zeigt, ganz schmal. Fast das ganze Gebiet ist stark umgewandelt; nur im Südosten kann man die faunistischen Verhältnisse mit Erfolg untersuchen; hier ist aber die

Schichtenfolge im bedeutenden Grade überdeckt. Das Wenlock besteht auf Kommersø aus folgenden Zonen:

8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl. . . . . . . ca. 35 m.
8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. . . . . ca. 15 m,
8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. . . . . 2.5--3 m.
8 d. Die Zone mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) oder der Malmøkalk . . . . 7—9 m.

Die ganze Etage sollte somit hier nur eine Gesamtmächtigkeit von 59.5—62 m. haben. Dies Mass kann jedoch wegen der auftretenden Verwerfungen, deren Sprunghöhe sich nicht genau bestimmen lässt, keinen Anspruch auf grössere Genauigkeit machen; dies gilt besonders der Zone 8 a. Eine bedeutende Abweichung von der Wirklichkeit dürfte jedoch kaum vorhanden sein.

Das Profil durch das Wenlock auf Kommersø.

Die Kommersø ist von Längsverwerfungen durchschnitten, die auch durch diese Etage streichen und in hohem Grade die Mächtigkeitsbestimmung erschweren. Im Südosten habe ich ein Profil über die ganze Insel nivelliert, um die Mächtigkeit der verschiedenen Zonen zu bestimmen, aber spätere Untersuchungen haben mir gezeigt, dass man hier wegen der vielen Längsverwerfungen nicht zu einem sicheren Resultat gelangen kann. Es ist indessen das beste Profil durch den ganzen blossgelegten Teil dieser Etage, das existiert, und muss daher zunächst erwähnt werden.

Das Profil (Fig. 45, untere Fig.) geht über die Insel in der Richtung N 50° O—S 50° W von einem Punkt auf der NO-Seite bei dem südlichsten Teil des Sundes zwischen Kommersøen und Killingholmen. Leider liess es sich wegen zu dichten Waldes nicht direkt in die Richtung des Falles überführen (ca. S 60° W).

Unterst an der Küste in dem ersten niedrigen Absatz (Fig. 45 a) findet sich stark umgewandelter, schwarzblauer Schiefer mit dünnen, unregelmässigen Kalkschichten, die sich oft in Kalkknollen auflösen. In diesen sieht man zuweilen Mengen von *Atrypa reticularis*, L. und *Crinoiden*stielglieder. Auch Spuren von *Encrinurus* und *Spirifer plicatellus*, L. Die Mächtigkeit dieser Schichten übersteigt kaum 20 m.

Diese Abteilung geht aufwärts in eine mächtige Abteilung mit gehärtetem, schwarzblauem Schiefer über, die in ihrem oberen Teil spärliche Kalkschichten führt. Es lassen sich hier 2 faunistische Zonen unterscheiden; die untere (*b*) führt dieselbe Fauna wie die Zone mit

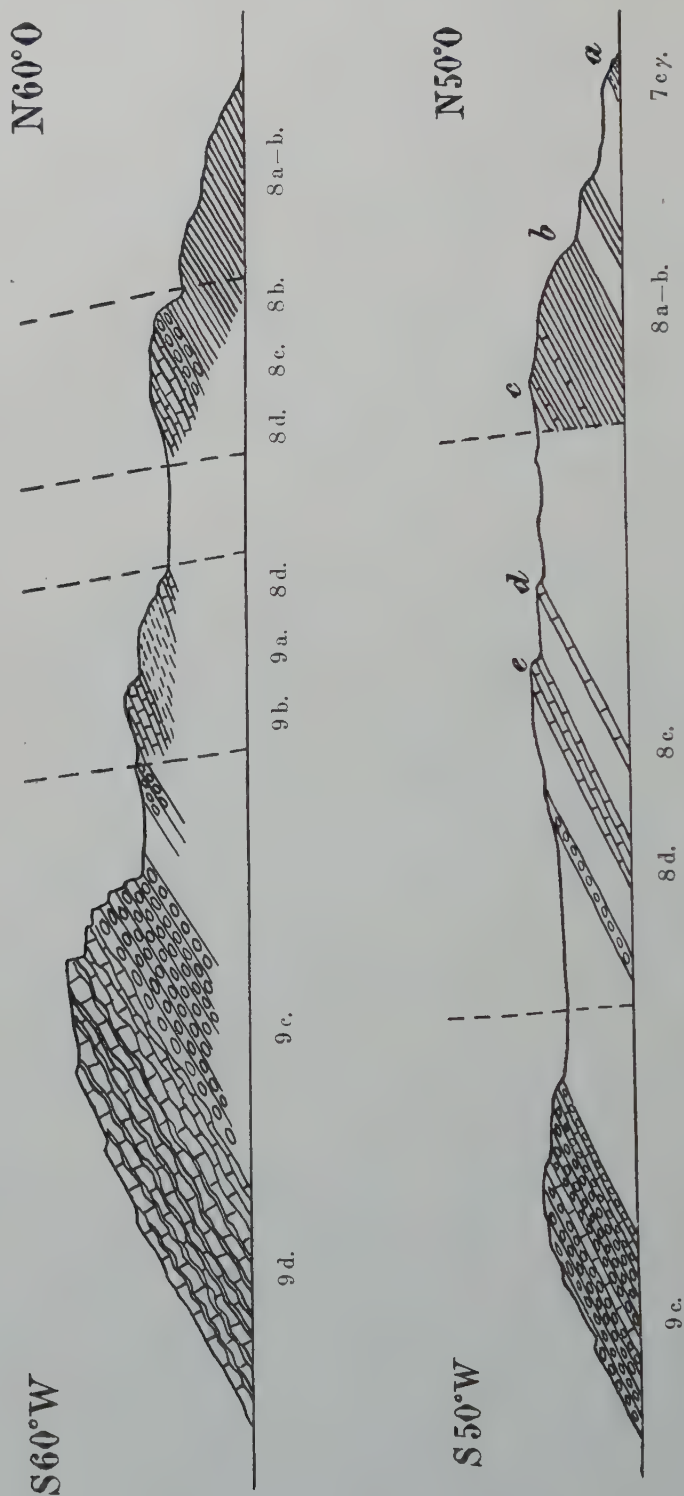


Fig. 45. Zwei Profile durch die Kommersø. 1:2000.
Das obere geht über den höchsten Teil der Insel, ca. 1 Km. von der SO-Spitze. Das untere liegt weiter im SO, ca. 550 m. von der SO-Spitze.

Cyrtia exporrecta, Wahl. auf Ringerike; die obere (*c*) hat dagegen grosse Ähnlichkeit mit der oberen, fossilienreichen Zone von Wenlock auf Malmø.

Hierauf kommt flaches, überdecktes Terrain bis *d*, wo sich dichtliegende, knollige Kalkschichten mit ähnlicher Fauna wie bei *c* finden; sie sind hier schlecht entblösst. Nach einem kurzen überdeckten Stück kommen bei *e* dichtliegende, dicke Schichten von blauschwarzem Kalk, der dem Malmøkalk und der Zone mit *Leperditia baltica*, His. (8 d) auf Ringerike entspricht. Oberhalb *e* geht die Grenze zwischen Wenlock und Ludlow, indem die nächsthöheren blossgelegten Schichten zu 9 a gehören; der übrige Teil des Profils wird von dieser letzten Etage gebildet.

Die Mächtigkeit der Schichtenreihe *b*—*e* im Profil lässt sich nicht genau bestimmen, da wenigstens eine Längsverwerfung durchschneidet. Sie lässt sich vielleicht auf 60 m. anschlagen.

Die untersten Schichten (*a*) im Profil lassen sich wegen ihrer indifferenten Fauna nicht mit Sicherheit parallelisieren; man sieht indessen, dass sie unter der *Cyrtia exporrecta*-Zone liegen und muss daher annehmen, dass sie der Übergangsabteilung zwischen Oberem Llandovery und Wenlock auf Ringerike entsprechen, die ich die Zone mit dem oberen *Crotalocrinus*schiefer (7 c γ) genannt habe. Auch in dieser finden sich Kalkschichten voll von *Atrypa reticularis*, L.

Von dieser Zone sind auf Kommersø ca. 20 m. blossgelegt; doch muss man annehmen, dass sie etwas mächtiger ist, da sie auf Ringerike ca. 35 m. beträgt. Dies zeigt, dass zwischen Kommersø und Killingholmen eine grosse Verwerfung von ca. 100 (—120) m. geht. Falls keine Verwerfung vorhanden wäre, bekäme man nämlich hier zwischen der *Stricklandinia*-Zone und dem blossgelegten Teil von 7 c γ eine Schichtenreihe von ca. 120 m., was nach dem Vorhergehenden viel zu viel wird.

Ich kann nun dazu übergehen, eine genauere faunistische Erörterung der verschiedenen Zonen von Wenlock auf Kommersø zu geben.

8 a. Die Zone mit Cyrtia exporrecta, Wahl.

Ein dunkel graublauer, gehärteter, oft ziemlich dickplattiger Schiefer, worin die Fossilien in dünnen Schichten liegen. Die Mächtigkeit lässt sich auf ca. 35 m. veranschlagen. Die Stelle, wo sich die Zone am besten studieren lässt, ist auf dem Nordostabhang von Kommersø, wo

das erwähnte Profil übergeführt ist. Ich habe hier folgende Fauna gefunden:

Feine *Bryozoen* (*Helopora* sp.). Allg.
Orthis cf. *canaliculata*, Lm.
Leptaena transversalis, Dalm. Sehr allg.
Strophomena euglypha, His. Allg.
Atrypa reticularis, L. Sehr allg.
Cyrtia exporrecta, Wahl.
Encrinurus punctatus, Brünn. Allg.
Phacops Stokesi, Salt. Allg.
Pterinea cf. *Sowerbyi*, m'Coy.
Orthoceras sp.

Diese Fauna ist in ihren Hauptzügen dieselbe, die sich auf Ringerike in 8 a findet, aber sie ist nicht so reich wie diese. Die Facies ist durchgehends schiefriger als auf Ringerike, wo sich mehrere Abteilungen mit dicken Kalksandsteinplatten finden. In dieser Beziehung gleicht sie mehr dem Schiefer von Malmøen, aber dessen *Graptolithen*fauna fehlt hier gänzlich.

8 b. Die Zone mit Chonetes sp.

Die *Cyrtia exporrecta*-Zone geht aufwärts ganz gleichmässig in eine Abteilung mit blaugrauem Schiefer und spärlichen dünnen Kalkschichten über; diese werden in dem oberen Teil dichter und sind besonders hier sehr fossilienreich. Die Mächtigkeit lässt sich auf ca. 15 m. veranschlagen. In dem mitgeteilten Profil sieht man diese Schichten bei *c*; besser blossgelegt sind sie jedoch auf der Südostküste nach Gaaserumpen zu, wo ich viele Fossilien gefunden habe.

Die Fauna ist folgende:

Favosites Forbesi, Edw. & H.
Lindströmia Dalmani, Edw. & H.
Monotrypa sp.
Feine *Bryozoen* (*Helopora* sp.). In Menge.
Discopora rhombifera, F. Schm. Sehr allg.
Ptilodictya sp.
Tentaculites sp.
Orthis elegantula, Dalm. Allg.
Orthis hybrida, Sow. Allg.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg.



Fig. 46. Die Wand mit den dicken Kalkschichten der Zone 8 d auf dem mittleren Teil der Kommersø.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Strophomena semiglobosa, DAV. Allg.
Strophomena pecten, L. Allg.
Leptaena transversalis, DALM.
Chonetes sp. Allg.
Atrypa reticularis, L. } Sehr allg., auch in grossen
Atrypa imbricata, SOW. } Exemplaren.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY.
Rhynchonella sp.
Spirifer plicatellus, L. Allg.
Phacops nov. sp. Allg.
Encrinurus punctatus, BRÜNN. Allg.
Bumastus praeruptus, KIÆR (nov. sp.).
Pterinea cf. *Sowerbyi*, M'COY.
Pterinea cf. *planulata*, CONR.
Gastropoden, unbestimmbare Fragmente.

Diese Fauna hat eine ausserordentlich grosse Übereinstimmung mit der reichen Fauna im oberen Teil (8 c) der Wenlocketage auf Malmø. Als bemerkenswerte Eigentümlichkeit mag angeführt werden, dass *Rhynchonella cuneata*, DALM. zu fehlen scheint. Sie findet sich dagegen ganz allgemein in der nächsten Zone.

8 c. Die Zone mit Rhynchonella cuneata, Dalm. oder der Wenlockkalk.

Die fossilienreiche Zone 8b wird von einer kalkreichen Zone überlagert, die auf Kommersø nur 2.5—3 m. mächtig ist. Diese Zone ist auf dem südöstlichen und nordwestlichen Teil der Insel etwas verschieden entwickelt.

Im Südosten, wo das Profil übergeht, ragt sie als eine kleine Felsenreihe (die Schichten *d*) empor, die an ein paar Stellen gut blossgelegt ist. Sie wurde hier zu 2.5 m. gemessen und besteht aus 3—8 cm. dicken, schwach knolligen Kalkschichten mit hartem, grauem Kalk und spärlichem Schiefer, der sich oft nur als Schieferfetzen zwischen den Schichten findet, aber in einer Dicke von 1—2 cm. vorhanden sein kann. Die Kalkschichten sind in der Regel fossilienarm; nur einzelne sind reich an Fossilien, von denen folgende angeführt werden können:

Favosites Gotlandicus, L.
Heliolites sp.
Zaphrentis sp.
Ptilodictya lanceolata, GOLDF.

Cornulites serpularius, SCHL.
Orthis hybrida, SOW.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena semiglobosa, DAV.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Atrypina Angelini, LM. Allg.
Rhynchonella cuneata, DALM. Allg.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY.
Spirifer plicatellus, L.
Encrinurus punctatus, BRÜNN.
Beyrichia sp. Allg.
Pterinea cf. *retroflexa*, WAHL.
Oriostoma sp.

Am Nordwestende der Kommersø wurde die Zone zu ca. 3 m. gemessen; hier sieht man sie sehr gut blossgelegt auf der Halbinsel nordwestlich von der Brücke der Kalkfabrik. Die dichten Kalkschichten sind hier korallenreich und gehen ab und zu in reine kleine Korallenriffe mit Mengen von Korallen über. Man sieht solche bei der Brücke der Kalkfabrik und bei dem alten Hause südöstlich von der Bucht. Die Schichten sind hier so stark umgewandelt, dass sich die Korallen schwer bestimmen lassen. Besonders allgemein waren *Halysites*, *Favosites* und *Propora*. Auch dicke *Crotalocrinus*-ähnliche Stielglieder waren zu sehen.

Die Entwickelung dieser Zone ist in mehreren Beziehungen interessant.

Die Facies, die sich im Südosten findet, weicht in ihrer Fauna nicht sehr von der vorhergehenden Zone ab. Beide haben eine unverkennbare Übereinstimmung mit der nächstobersten Wenlockzone im Malmøgebiete. Doch gibt es einige Verschiedenheiten zwischen den beiden Zonen auf Kommersø. In der obersten findet sich z. B. *Rhynchonella cuneata*, DALM., die unten fehlt. Diese Form ist ein wichtiges Leitfossil für die oberste Zone vom Wenlock in unserem Obersilur und findet sich auch sehr allgemein auf Malmø. Die Zone 8 c in dem Gebiete bei Holmestrand muss daher eher mit den nächstobersten fossilienreichen Kalkschichten auf Malmø und der fossilienreichen Zone mit *Rhynchonella cuneata* auf Ringerike verglichen werden, während die darunter liegende Zone 8 b mit der Zone mit *Chonetes* und *Leperditia Hisingeri*, F. SCHM. auf Ringerike parallelisiert werden muss.

Eigentümlich für das Gebiet bei Holmestrand ist, dass *Atrypina Angelini*, LM. schon in 8 c auftritt, während sie auf Ringerike für *9 a* charakteristisch ist.

Die auf dem Nordwestende von Kommersø auftretende Korallenriff-facies erinnert an Ringerike, wo sich mächtige Riffbildungen just in derselben Zone finden.

8 d. Die Zone mit Leperditia baltica, His. (Forma typica) oder der Malmøkalk.

Diese Zone, die die Wenlocketage abschliesst, besteht aus einer kleinen, nur 7—9 m. mächtigen, aber sehr charakteristischen Schichten-

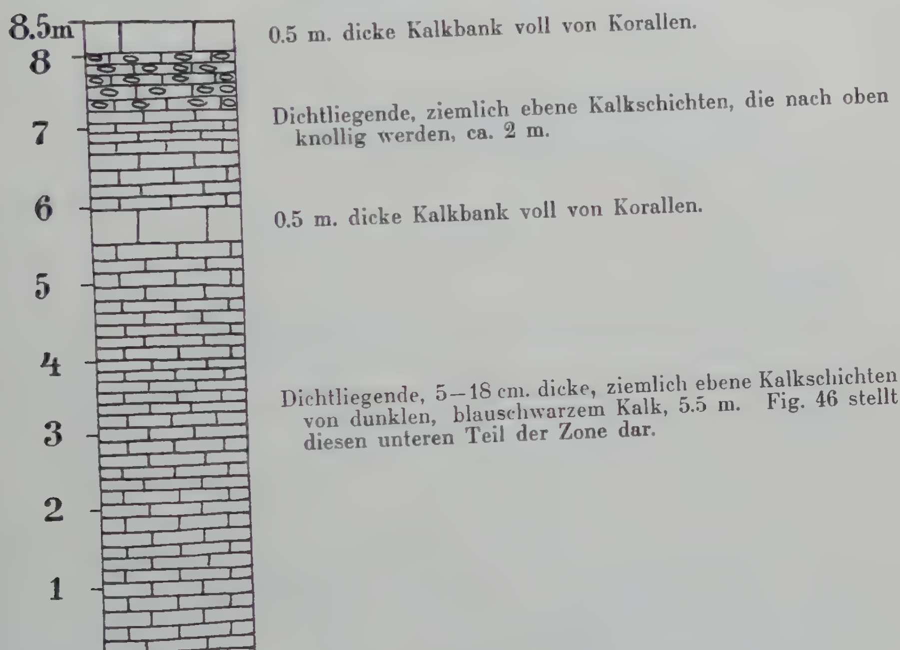


Fig. 47. Schichtenfolge der Zone 8 d auf dem mittleren Teil der Kommersø. 1 : 100.

reihe; direkt auf 8 c folgen dichtliegende, 5—18 cm. dicke, ziemlich ebene Schichten von d u n k l e m, b l a u s c h w a r z e m K a l k. Diese sind 5–6 m. mächtig. Über ihnen liegen zwei 0.5 m. dicke Kalkbänke voll von Korallen, getrennt von 2 m. mit verhältnismässig dicken, gleichmässigen Kalkschichten, die nach oben hin mehr knollig werden (Fig. 47).

In der hier beschriebenen Entwickelung sieht man diese Zone sehr gut auf dem mittleren Teil von Kommersø; besonders die unteren Schichten sind hier in einer 2—3 m. hohen Wand blossgelegt, die sich eine längere Strecke in der Streichenrichtung (Unteres Profil Fig. 45, die Schichten *e*) verfolgen lässt. Die Zone 8 d ist auf diesem Teil der Insel bis 2 mal durch Längsverwerfungen wiederholt (Fig. 48).

Die Zone findet sich auf dem Nordwestende der Insel wieder und scheint hier nur ca. 7—8 m. mächtig zu sein, während sie längere im Südosten 8—9 m. zu messen scheint.

In dem dunklen Kalk habe ich im mittleren Teil der Insel folgende Formen gefunden:

Favosites Gotlandicus, L.
Favosites sp. Allg.
Halysites sp.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Allg.
Zaphrentis sp.
Strophomena Loveni, Vern.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'Coy.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Selten.

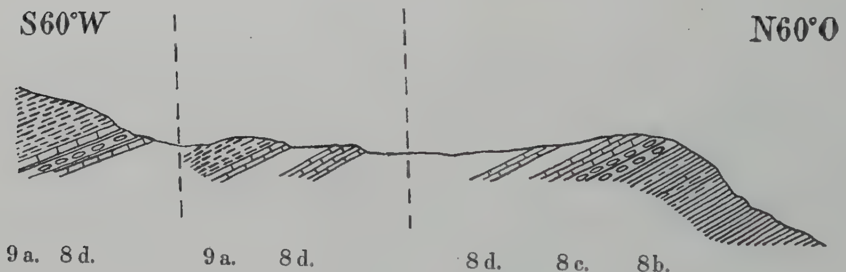


Fig. 48. Profil durch die Zone 8 d—9 a auf dem mittleren Teil der Kommersø. 1 : 1350.

Rhynchonella sp. Eine Form, die *Rh. nucula*, Sow. ähnlich ist, aber viel zahlreichere Rippen hat. Allg.
Spirifer crispus, His. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Encrinurus punctatus, Brünn. Allg.
Proetus signatus, Ldm.
Bumastus sp.
Leperditia baltica, His. Selten.
Leperditia phaseolus, His. Selten.
Beyrichia sp.
Lamellibranchiaten, schlecht erhalten.
Oriostoma sp. Allg.

Die Korallen in den dicken Korallenbänken waren zu stark umgewandelt, um genau bestimmt werden zu können. Sie scheinen wesentlich aus kleinen *Stromatoporen* zu bestehen, ausserdem aus *Favosites* und *Cyathophyllum*, beide in kleinen Exemplaren.

Diese Facies bildet in mehreren Beziehungen eine interessante Zwischenstellung zwischen denen, die auf Ringerike und im Malmøgebiete auftreten. Petrographisch ähneln sie am meisten der Entwickelung der Zone (des Malmøkalks) auf Malmø; der Kalk ist jedoch durchgehends dunkler, mehr wie der dunkle Kalk auf Ringerike; aber dieser ist im allgemeinen unregelmässig schiefrig. Die Fauna gleicht am meisten der Fauna der Zone auf Malmø; aber ein paar Formen, die in Vergleich mit Malmø für Ringerike eigenartig sind, treten hier auf Kommersø auf, nämlich:

Syringopora bifurcata, Lonsd.
Leperditia baltica, His.

Im übrigen zeigt die Fauna einzelne eigentümliche Elemente, die in dieser Zone nicht aufzutreten pflegen. *Strophomena Loveni*, Vern. und *Rhynchonella cuneata*, Dalm. sind in anderen Gebieten leitende Formen für 8 c; sie finden sich beide hier, obschon sehr selten. Der Fund von *Leperditia phaseolus*, His. ist auch von Interesse. Merkwürdig ist der *Bumastus*, von dem ich hier ein *Pygidium* gefunden habe, indem er deutlich verschieden zu sein scheint von der Form, die sich im Malmøkalk so allgemein vorfindet; er hat grössere Ähnlichkeit mit der später auftretenden typischen Ludlowform.

IV. Ludlow (Etage 9).

Die Ludlowetage nimmt das grösste Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand ein; ihre Schichtenfolge, die besonders im mittleren Teil ausserordentlich fossilienreich ist, bildet Langø, Gaaserumpen und den grössten Teil von Kommersø. Sie ist in ausgezeichneten Profilen längs den Küsten dieser Inseln blossgelegt. Besonders muss die Nordostküste von Langø mit ihren steilen Felswänden, ihren Landzungen und kleinen Verwerfungsbuchten hervorgehoben werden. Doch bieten diese grossartigen Küstenprofile nur Gelegenheit, den mittleren Teil der Etage zu studieren; ihr unterster Teil, der sich nur mitten in der Schichtenfolge von Kommersø findet, ist teils schlecht blossgelegt, teils so umgewandelt, dass die Fauna schwer zu studieren ist. Dieser Teil hat besonderes Interesse, weil er früher ganz unbeachtet war. Der mittlere Teil von Ludlow, der so ausgezeichnet blossgelegt und so ausserordentlich fossilienreich ist, war ganz natürlich der Teil des ganzen Obersilurs, der sich in diesem Gebiete die Aufmerksamkeit am meisten zugezogen hat. Von

diesem Teil liegen denn auch von früher her verschiedene Einsammlungen vor, sowohl von Kjerulf, der zuerst versucht hat, eine Einteilung dieser Schichtenfolge zu geben, als auch von Brøgger, der oft — zumal auf Excursionen mit Studierenden — diese Inseln besucht hat. Hauptsächlich wohl auf Grund seiner Studien hier hat Brøgger diesen obersten Teil unseres Obersilurs als eine eigene Etage, Etage 9, ausgesondert. Diese Abänderung der Kjerulfschen Einteilung ist, wie meine Arbeit hoffentlich zeigen wird, sehr wohl begründet in der faunistischen Entwickelung. Brøgger hat keine Veranlassung gefunden, dies in einer besonderen Arbeit zu erörtern, hat es aber in seinen Vorlesungen und zugleich in einer populären Übersicht über die Geologie Norwegens[1] betont.

Ganz vollständig ist Ludlow auf den Inseln bei Holmestrand nicht blossgelegt; die obersten Zonen und der Übergang zum devonischen Sandstein sind vom Meere zwischen der Inselreihe und der Küste von Holmestrand bedeckt.

Dieselbe Einteilung, die ich auf Ringerike durchgeführt habe, lässt sich auch ohne Schwierigkeit auf dies Gebiet anwenden, obschon die Faciesentwickelung der verschiedenen Zonen anders ist.

Ich habe auf den Inseln bei Holmestrand folgende Zonen des Ludlows unterschieden:

9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk 11 m.
9 b. Die Zone mit den reichen *Leperditia phaseolus*-Schichten ca. 10 m.
9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalkes mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (*Forma typica*) . . . . . . 25 m.
- 9 c α. Die unteren *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont I . . . . 8 m.
- 9 c β. Das obere Niveau mit *Leperditia phaseolus*, His. . 3 m.
- 9 c γ. Die oberen *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont II—III . . . . 14 m.

9 d. Die Zone des grobknolligen Kalkes mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (var. *bijugosa*, M'Coy.) . . 30—40 m.

Der blossgelegte Teil des Ludlows hat demnach hier eine Gesamtmächtigkeit von 76—86 m.

Die oberen Zonen des Ludlows kommen auf den Inseln nicht vor. Sie finden sich in stark umgewandelter Form auf dem Festlande nördlich von Kommersø und werden später kurz besprochen werden.

[1] Norge i det 19de Aarh., I., Pag. 6.

9 a. Die Zone mit dem feinknolligen Rhynchonella nucula-Kalk.

Diese Zone ist auf Kommersø sehr selten blossgelegt und nur in stark umgewandelter Form zu sehen. Faunistisch lässt sie sich daher nicht studieren. Die besten Schnitte finden sich auf dem mittleren Teil der Insel und an der Nordwestspitze bei den Arbeiterwohnungen der Kalkfabrik.

Die Zone besteht wesentlich aus ungewöhnlich dünnen (1—2 cm.) knolligen oder mehr ebenen Kalkschichten, getrennt durch spärlicheren, aber distinkt entwickelten Schiefer; man zählt ca. 60 Kalkschichten in 1 m. Es finden sich auch ein paar dünne Abteilungen mit dichtliegenden, dicken Schichten. Die ganze Mächtigkeit beträgt 11—12 m.

Im Schnitt mitten auf der Insel (Fig. 49) ist die Schichtenreihe folgende:

1.	Unterst knollige Kalkschichten von allgemeinerer Dicke (direkt über der obersten 0.5 m. dicken Korallenbank in 9 a)	1.2 m.
2.	Dichtliegende, dicke Kalkschichten	0.6 m.
3.	Ganz dünnknolliger Kalk	5.7 m.
4.	Dichtliegende, dicke, gleichmässige Kalkschichten	0.5 m.
5.	Ganz dünnknolliger Kalk	3.0 m.
	Die gesamte Mächtigkeit wird demnach hier	11 m.

Von Fossilien sah ich nur Spuren von *Rhynchonella nucula*, Sow.

Die Zone 9 b auf Kommersø ist in petrographischer Beziehung ganz verschieden von der Entwickelung, die sich auf Ringerike vorfindet (9 a). Ob sie mit der des Malmøgebietes übereinstimmt, lässt sich nicht entscheiden, da die Schichtenreihe dieses Gebietes mit der vorhergehenden Zone aufhört. Die grösste Übereinstimmung zeigt sie indessen mit der Entwickelung in Bærum, das ja dem Malmøgebiet ganz nahe liegt. Es ist anzunehmen, dass die Fauna eine ähnliche gewesen ist, wie wir sie in Bærum finden.

Obschon sich demnach diese Zone auf Kommersø in faunistischer Beziehung nicht erörtern lässt, ist ihr petrographisches Aussehen so charakteristisch, dass sie sich mit der grössten Leichtigkeit erkennen lässt. Ihrem Platze nach muss diese Zone mit der *Atrypina Angelini*-Zone auf Ringerike parallelisiert werden. Diese Bezeichnung scheint hier jedoch weniger passend, da die Fauna ganz unbekannt ist. Ich nenne sie daher die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk.



Fig. 49. Schichtenfolge in der Zone 9 a—b auf dem mittleren Teil der Kommersø. 1:100.

9 b. Die Zone mit den reichen Leperditia phaseolus-Schichten.

Über dem feinknolligen *Nucula*-Kalk kommt 9 b oder die *Leperditia phaseolus*-Zone in einer sehr charakteristischen und leicht erkennbaren Facies; sie besteht aus äusserst dünnem und plan-schiefrigem (dünnsplitterigem) Kalk, dicken gleichmässigen Kalkschichten und dichtknolligem



Fig. 50. Schicht mit stromatoporoiden Knollen aus der Zone 9 b von Kommersø. Nat. Gr. Nach einer Photographie von Herrn Photograph Worm-Petersen.

Kalk mit Schieferfetzen. Der Kalk hat eine sehr charakteristische, hellgraue (weissgraue) Verwitterungshaut. Besonders eigentümlich für diese Facies ist das massenhafte Auftreten von kleinen runden, stromatoporoiden Knollen in den dicken, gleichmässigen Kalkschichten und in dem knolligen Kalk (Fig. 50). Viele Schichten werden fast vollständig aus diesen Körpern erbaut, die somit stromatoporoide Formationen bilden. Diese Bezeichnung ist ganz vorläufig, da ich über die Natur dieser Körper

noch nicht im reinen bin. Oft findet man in ihrem Centrum die Überreste eines Schneckenhauses, die dieser Organismus dann in seine konzentrischen Kalklamellen eingehüllt hat. Solche Knollen treten in verschiedenen Horizonten ($7 a_2 - 9 d$) auf, aber nirgends in solchen Mengen wie hier. Die Mächtigkeit ist ca. 10 m.

Diese Zone ist viel besser blossgelegt als die beiden vorhergehenden und findet sich auch mit nicht umgewandelten Schichten. In stark umgewandelter Form ist sie auf dem Nordwestende von Kommersø, auf der östlichsten der beiden Landzungen, zu sehen. Die Zone scheint hier nur ca. 8 m. mächtig zu sein; doch ist die Begrenzung nach oben zu

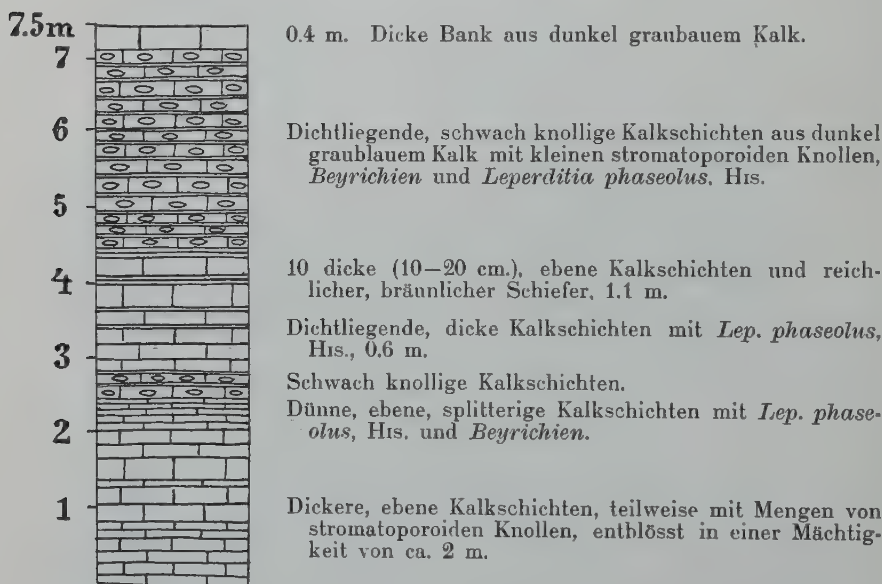


Fig. 51. Schichtenfolge der Zone 9 b auf der SO-Spitze von Kommersø. 1 : 100.

hier etwas unsicher. Südostwärts auf Kommersø sieht man sie an mehreren Stellen, wie die Karte zeigt. Vorzüglich blossgelegt ist sie mitten auf dem mittleren Teil der Insel in demselben Schnitt, der die ganze darunter liegende Zone zeigt. Hier scheinen die unteren 8.5 m. blossgelegt zu sein; leider ist der Übergang zur nächsten Zone nicht genau zu sehen; aber die Grenze kann, wenn man keine Verwerfung voraussetzt, nicht viel hierüber liegen. Die Mächtigkeit der ganzen Zone scheint sich daher hier um ca. 10 m. drehen zu können. Die Fauna lässt sich nicht studieren. Dies lässt sich dagegen ganz gut erreichen in dem ausgezeichneten Schnitt mit fast nicht umgewandelten Schichten auf der Ostseite des schmalen Südostendes der Insel (Detail-

profil Fig. 51). Hier sind ca. 7,5 m. unter der oberen Grenze der Zone blossgelegt. Ähnliche Schnitte finden sich auf der Nordostseite von Langø, nämlich auf „Engelskmandsodden“, auf den beiden Landzungen südöstlich von der Rusebucht und auf der Küstenstrecke nordwestlich von Wankels altem Kalkofen. An letztgenannter Stelle, die den grössten Schnitt gibt, ist die Zone bis ca. 10 m. unter ihrer oberen Grenze blossgelegt. Auf Langø ist diese Kalkzone in offenen Brüchen zum Kalkbrennen ausgesprengt.

Es geht hieraus hervor, dass es nicht so ganz leicht ist, die Mächtigkeit der Zone genau zu bestimmen. Ich nehme an, dass sie ca. 10 m. mächtig ist. Doch muss ich hervorheben, dass in dem Falle die detaillierte Schichtenfolge in den verschiedenen Profilen nicht ganz übereinstimmt (siehe die Profile Fig. 49 und 51). Es ist daher möglich, dass die Zone bedeutend mächtiger ist, und dass kein Teil dieser beiden Profile einander deckt. Die Wahrscheinlichkeit hierfür ist indessen gering.

Die Fauna ist nicht reich an Arten; folgende Formen sind gefunden worden:

Stromatoporoide Knollen, formationsbildend in vielen dickeren Kalkschichten, auch in dem knolligen Kalk.
Favosites Forbesi, Edw. & H. Im oberen Teil, selten.
Lingula sp.
Retzia sp. Kleine Form, im unteren Teil (ca. 10 m. hinab).
Atrypa sp. Eigentümliche Form, im oberen Teil allg.
Beyrichia sp. Sehr allg.
Leperditia phaseolus, His. Allg. durch die ganze Schichtenfolge, jedoch nicht in ganzen Schichten wie auf Ringerike.
Pterinea sp. Allg. im oberen Teil.
Oriostoma discors, var. *rugosus*, Sow. Sehr allg. ca. 10 m. hinab. Durchschnitt durch verschiedene *Gastropoden* war allg. im oberen Teil zu sehen.

Die charakteristischsten Fossilien sind die merkwürdigen *stromatoporoiden* Knollen und *Leperditia phaseolus*, His., die ich hier in vielen ausgezeichneten Exemplaren gefunden habe. Dies ist somit das ausgeprägte *Phaseolus*-Niveau. Eigentümlich ist es, dass *Oriostoma discors* in grosser Menge auf einer Schichtfläche ca. 10 m. hinab (NW von Wankels altem Ofen) auftritt. Die Entwickelung der Zone erinnert an Ringerike; aber hier ist sie ganz bedeutend mächtiger. Grosse Übereinstimmung zeigt dagegen die Facies der Zone in Bærum. Die Fauna ist überall spärlich und hat in manchen Beziehungen den Charakter einer

Mikrofauna, die uns lehrt, dass zu dieser Zeit sehr eigentümliche biologische Verhältnisse geherrscht haben müssen.

9c—d. Die Zonen mit Spirifer elevatus, Dalm. und Leperditia baltica, His., var. formosa, Chmiel.

Wir kommen jetzt zu den mächtigsten, fossilienreichsten und am besten blossgelegten unter den Zonen der Ludlowetage auf den Inseln bei Holmestrand. In unzähligen und teilweise grossartigen Schnitten lassen sich diese Zonen auf Langø und Gaaserumpen, die fast ausschliesslich von ihrer Schichtenreihe erbaut werden, und in dem südwestlichen Teil von Kommersø, studieren. Diese Zonen sind es, die auf diesen Inseln am längsten bekannt gewesen sind.

Die beiden Zonen sind 55—65 m. mächtig; die untere lässt sich in mehrere Unterabteilungen einteilen; diese sind teilweise so verschieden, dass man sich versucht fühlen könnte, mehrere Zonen aufzustellen. Ein Vergleich mit anderen Gebieten zeigt indessen, dass sie nur lokaler Natur sind, und dass man ihnen daher keine grössere Bedeutung beimessen kann als die von Unterabteilungen ein und derselben Hauptzone.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung dieser Schichtenfolge sieht man sehr bald, dass sie sich in 2 Hauptteile teilen lässt, eine untere Abteilung, wesentlich aus dünnen, knolligen Kalkschichten erbaut, und eine obere, mächtigere Abteilung mit ungewöhnlich dicken, meist unregelmässig knolligen Kalkschichten (Fig. 58).

Während sich nun die obere Abteilung, wie es scheint, nicht in mehrere Unterzonen teilen lässt, zeigt ein genaueres Studium der unteren, dass diese sich wiederum in mehrere distinkte teilen lässt, die sich stets in diesem Gebiete finden.

Folgende Abteilungen lassen sich leicht unterscheiden:

9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalkes mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (*Forma typica*) . . . . 25 m.
- 9 c α. Die unteren *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont I. . . . . ca. 8 m.
- 9 c β. Das obere Niveau mit *Leperditia phaseolus*, His. ca. 3 m.
- 9 c γ. Die oberen *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont II und III . . . . ca. 14 m

9 d. Die Zone des grobknolligen Kalkes mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (var. *bijugosa*, m'Coy.) . . 30—40 m.



Fig. 52. Faunistische Bilder aus der Zone 9 c auf Langø. I. Platte mit *Rhynchonella nucula*, Sow. aus den untersten Schichten der 9 c α (*Rh. nucula*-Formation). II. Platte mit *Orthis* cf. *crassa*, Ldm. und *Tentaculites ornatus*, Sow. aus den untersten Schichten der 9 c α. III. Platte mit *Strophomena* sp. aus den oberen Schichten der 9 c γ. Alle natürliche Grösse.

Nach Photographien von Herrn Worm-Petersen.

9 c α. Die unteren Rhynchonella nucula-Schichten mit Korallenhorizont I.

Gerade über der *Leperditia phaseolus*-Zone kommen die unteren reichen *Rhynchonella nucula*-Schichten. Sie bestehen aus mehr oder weniger knolligen Kalkschichten und sehr spärlichem Schiefer, der sich oft nur als Schieferfetzen zwischen den Schichten findet; diese sind unterst 2—5 cm. dick und werden aufwärts meistens dünner. Dieser dichtknollige Kalk ist ca. 5 m. mächtig; in einer Höhe von ca. 3 m. finden sich auch dickere, gleichmässige Schichten. Besonders im unteren Teil findet sich *Rhynchonella nucula*, Sow. in grossen Massen. Viele Schichten sind buchstäblich aus den zierlichen Schalen dieser kleinen *Brachiopode* erbaut (Fig. 52). Sie bildet demnach hier ausgeprägt r e i n e Tierformationen. In einer Schicht gerade über 9 b fand sich eine interessante Tiergesellschaft, aus folgenden Formen bestehend:

Orthis cf. *crassa*, Ldm. Sehr allg.
Atrypa sp. Sehr allg.
Rhynchonella nucula, Sow. In Mengen.
Beyrichia sp. Allg.
Phaetonides rugulosus, Ldm. Allg.
Pterinea sp.
Orthonota sp. Sehr allg.

In diesen Schichten findet sich auch *Tentaculites ornatus*, Sow. in Mengen (ca. 1.5 m. hinauf) (Fig. 52). *Leperditia baltica*, His. ist noch nicht allgemein; ich habe sie jedoch auch hier im unteren Teil zusammen mit spärlichen Exemplaren von *Leperditia phaseolus*, His. gefunden. Hier sind auch *Pterinea retroflexa*, Wahl. und *Conocardium* sp. gefunden worden.

Über diesem unteren *Nucula*kalk liegt ca. 1 m. mit 4—5 cm. dicken Kalkschichten und reichlicherem Schiefer, und darauf folgt ein ausserordentlich reicher K o r a l l e n h o r i z o n t (Korallenhorizont I), der ca. 2 m. mächtig ist.

Dieser Horizont ist ebenso wie die anderen Korallenhorizonte keine eigentliche Korallenriffbildung, sondern besteht aus meistens ziemlich regelmässigen, dickeren und dünneren Kalkschichten, voll von Korallen, die meistens ausgezeichnet erhalten sind. In manchen der Schichten finden sich zusammen mit Korallen Mengen anderer Fossilien. In diesem unteren Korallenhorizont werden mehrere Schichten, besonders unterst,

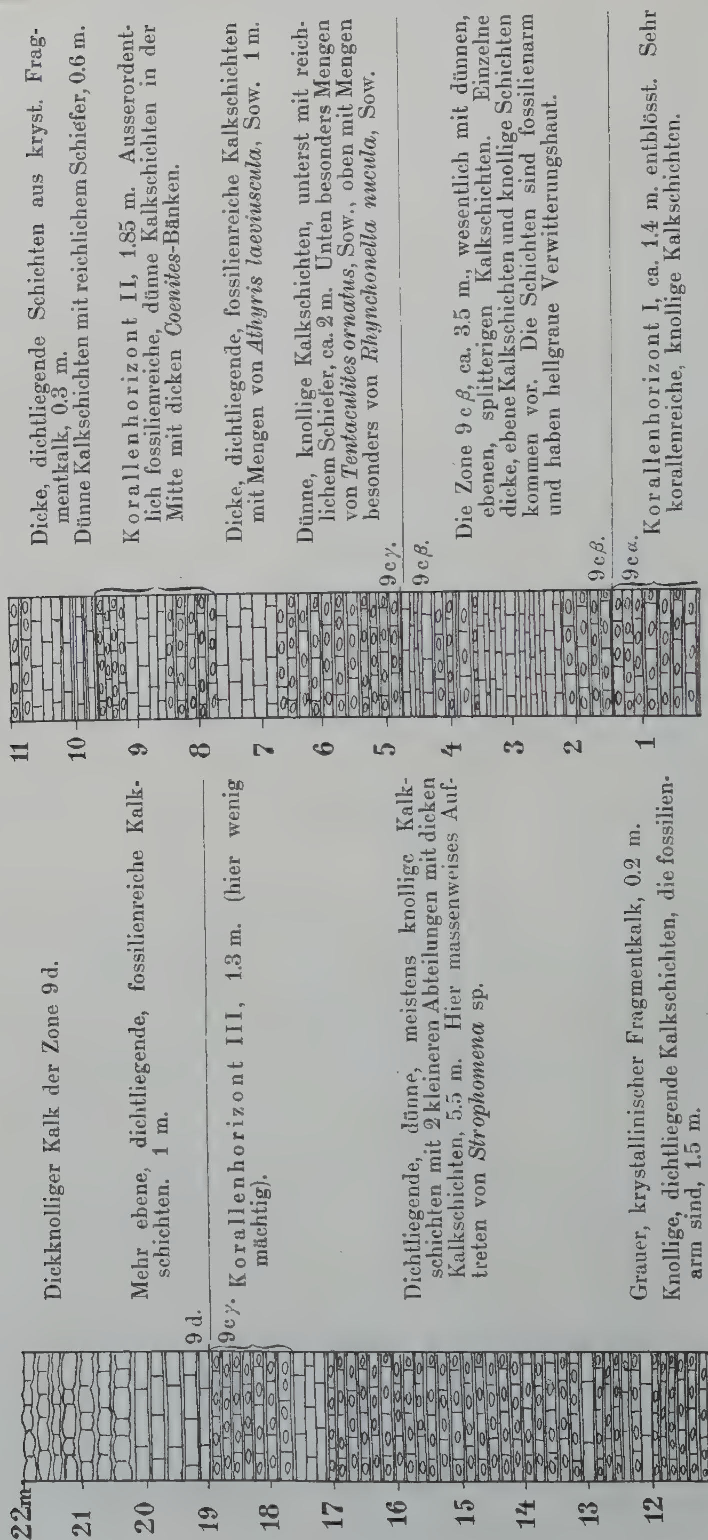


Fig. 53. Schichtenfolge der Zone 9 c auf der SO-Spitze von Langø. 1 : 100.

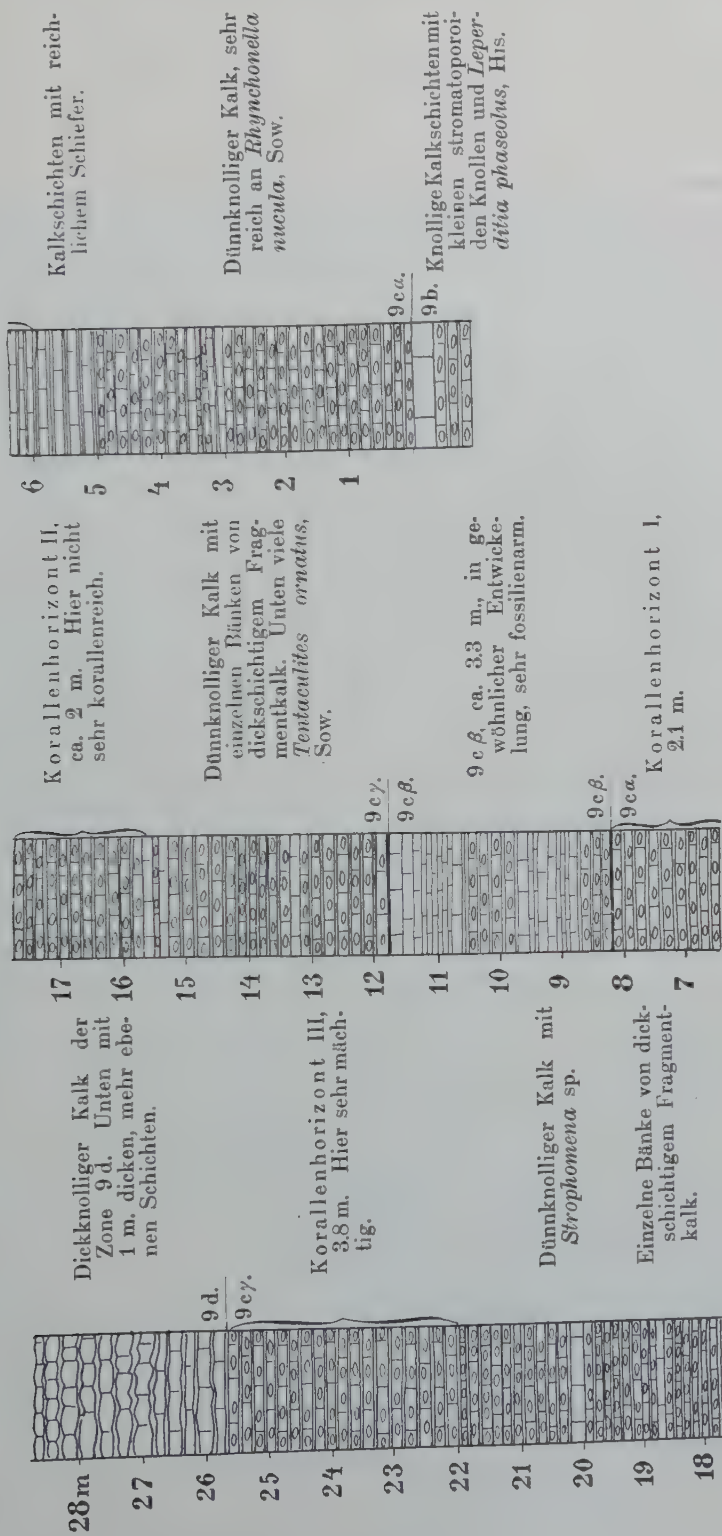


Fig. 54. Schichtenfolge der Zone 9 c auf der SO-Spitze von Kommersø. 1 : 100.

fast ausschiesslich von *Coenites* aufgebaut, der hier jedoch nicht ganz reine Formationen bildet; zusammen mit diesem finden sich *Strophomena rhomboidalis*, W., *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Leperditia baltica*, His. Oberst liegen an mehreren Stellen Mengen von *Favosites Forbesi*, Edw. & H., meistens in kleineren Stöcken.

In diesem Korallen-Horizont habe ich folgende Formen gefunden:

Stromatopora sp.
Favosites Gotlandicus, L. Allg.
Favosites Forbesi, Edw. & H. Teilweise in Mengen.
Thecia Swinderenana, Goldf. Sehr allg.
Coenites repens, Wahl.[1] In Mengen, formationsbildend.
Syringopora sp. Selten.
Heliolites interstinctus, L. Nicht allg.
Ptychophyllum truncatum, L. Allg.
Cyathophyllum sp. sp. Allg.
Acervularia ananas, L. Allg.
Cystiphyllum cylindricum, Lonsd.
Monticulipora sp.
Cornulites serpularius, Schl. Selten.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Rhynchonella nucula, Sow. Allg.
Athyris laeviuscula, Sow. Sehr allg.
Spirifer crispus, His.
Spirifer elevatus, Dalm. Äusserst allg.
Calymene tuberculata, Brünn. Allg.
Encrinurus punctatus, Brünn. Sehr allg.
Proetus sp. Sehr allg.
Phacops Musheni, Salt. Selten.
Beyrichia Klödeni, m'Coy. Oft in Mengen.
Leperditia baltica, His. Äusserst allg. in einer kleineren Form.
Platyceras cornutum, His.
Oriostoma discors, Sow.
Oriostoma globosa, Schl. Allg.
Trochus sp. (?).
Pterinea retroflexa, Wahl.
Orthoceras cf. *imbricatum*, His.

[1] = *juniperinus*, Eichw. (Hennig, Gotlands Silur-Bryozoer. 2. Arch. f. Zoologi. Stockh. 1906. Pag. 27).



Fig. 55. Profil durch 9 c β (eingeklammert) auf der Nordostseite der Langø (Dambugt). Siehe Profil Fig. 56.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Ganz 9 c α wird somit ca. 8 m. mächtig. Vollständig blossgelegt ist diese ganze Unterzone in dem prachtvollen Schnitt auf der Ostseite des schmalen Südostendes der Kommersø (Fig. 54).

Auf Gaaserumpen findet sie sich nicht, dagegen ist sie an vielen Stellen an der Nordostküste von Langø blossgelegt. Ich kann hier auf meine Detailkarte verweisen. Ausgezeichnete Fundorte sind „Engelskmandsbugten" und die Landzunge östlich von „Rusebugten".

Hier sind die untersten Schichten ausgezeichnet blossgelegt und werden von einem intrusiven Diabasgang durchsetzt. Der äusserste Teil dieser Landzunge ist durch eine Längsverwerfung abgeschnitten, wodurch das östliche Stück eingesunken ist. Siehe Fig. 37, die weiter südöstlich genommen worden, wo die Verwerfung wiederum ausschneidet.

Dieselben untersten Schichten lassen sich auch sehr gut studieren bei den grossen alten Brüchen nördlich von Wankels altem Kalkofen.

9 c β. Das obere Niveau mit Leperditia phaseolus, His.

Es folgt nun in dem ganzen Gebiet eine ca. 3 m. mächtige Schichtenreihe, die eine interessante Wiederholung der *Leperditia phaseolus*-Zone bildet. Die Detailaufmessung auf der Nordostseite von Lango (Fig. 56), die auch durch eine Photographie (Fig. 55) illustriert wird, zeigt, wie diese Schichtenreihe entwickelt ist:

1. Unterst liegen ebene oder schwach knollige Kalkschichten mit Schieferfetzen; die Schichten sind unterst 3—5 cm. dick und werden nach oben zu dünner . . . . 0.65 m.
2. Ebene Kalkschicht von 10 cm. . . . . 0.10 m.
3. Ganz dünne, ebene, splitterige Kalkschichten . . . . . 0.55 m.
4. Dickere, ebene Schichten . . . . 0.30 m.
5. Ebene Kalkschicht von 10 cm. mit kleinen stromatoporoiden Knollen . . . . 0.10 m.
6. Ganz dünne, ebene, splitterige Kalkschichten . . . . . 0.10 m.
7. Ebene Kalkschicht von 10 cm. mit kleinen stromatoporoiden Knollen . . . . 0.10 m.
8. Ca. 5 cm. dicke, ebene und schwach knollige Kalkschichten mit Schieferfetzen . . . . 1.20 m.

Die Mächtigkeit von 9 c β wird hier 3.10 m.

Eine ähnliche, wennschon etwas variierende Entwickelung wird man überall finden. Die dicken (0.10 cm.) Kalkschichten mit kleinen stromatoporoiden Knollen scheinen nicht immer vorhanden zu sein. Die Fauna

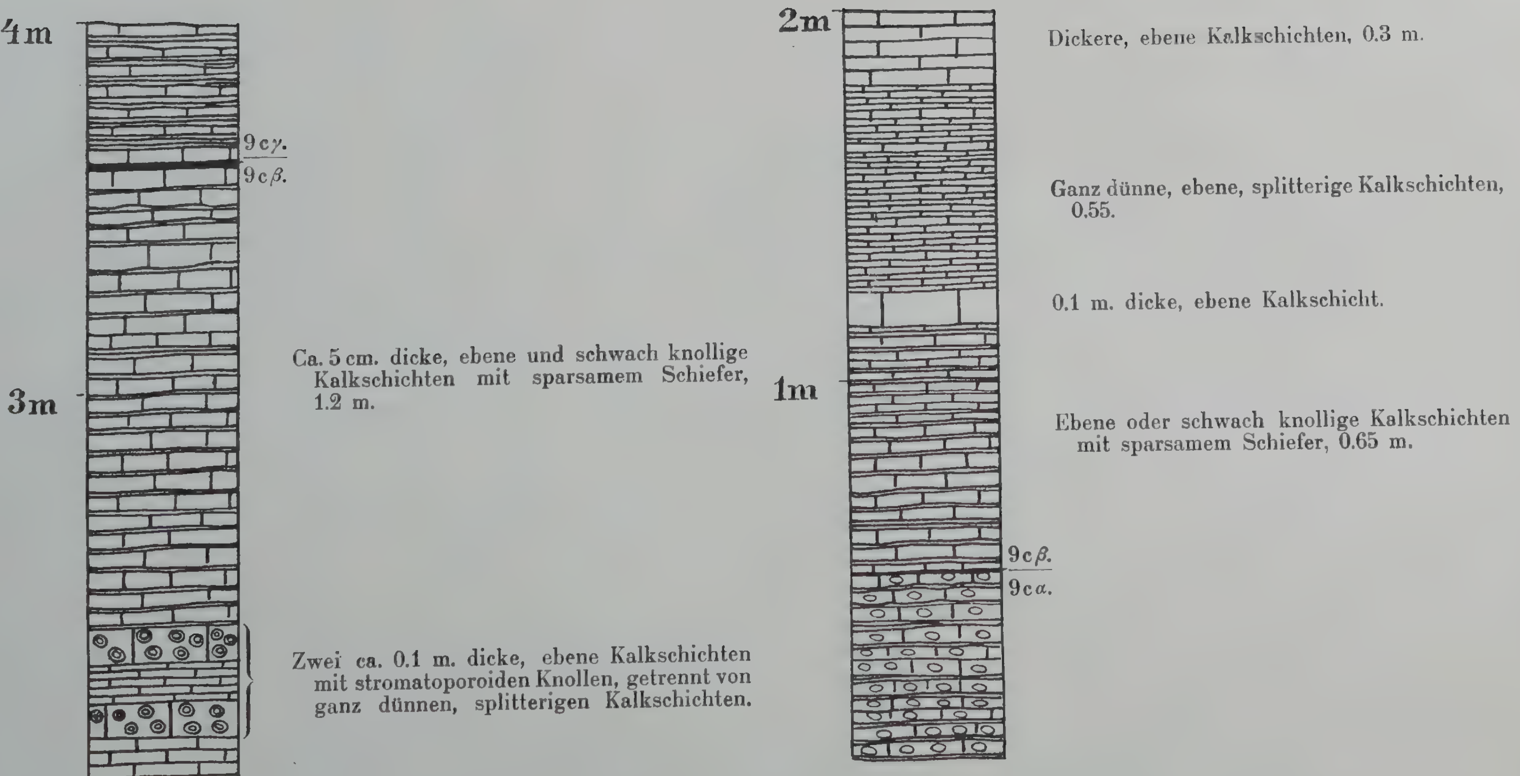


Fig. 56. Schichtenfolge der Zone 9 c β auf der NO-Küste von Langø. 1 : 100.

ist äusserst spärlich; am allgemeinsten sind *Beyrichien*, kleine Exemplare von *Leperditia phaseolus*, His. und Fragmente von *Rhynchonella nucula*, Sow.

Gleichwie die Kalkschichten der Zone 9b verwittern auch die Schichten dieser Zone mit weissgrauer Verwitterungshaut, und da die knolligen Kalkschichten sowohl darüber als darunter eine viel dunklere Farbe haben, so tritt diese Unterzone hierdurch oft sehr deutlich als helles Band hervor und wird dadurch zu einem vortrefflichen Leitniveau in 9c.

Auf Langø sieht man diese Unterzone fast in allen Profilen der Nordostküste (siehe die Detailkarte). Auf Kommersø ist sie gut blossgelegt, besonders auf der Ostseite des Südostendes. Auf Gaaserumpen sieht man sie nicht, da die Schichtenreihe dieser Insel nicht so tief hinabgeht.

9 c γ. Die oberen Rhynchonella nucula-Schichten mit Korallenhorizont II und III.

Dieser obere Teil von 9 c ist ebenso wie der untere Teil (9 c α) ausserordentlich fossilienreich. Die Fauna ist hier noch abwechselnder.

Am genauesten in faunistischer Beziehung habe ich diese Unterzone am Südostende von Langø studiert. Man hat hier nördlich von der kleinen Bucht einen grossartigen Schnitt längs der Küste, der von dem oberen Teil von 9 c α (Korallenhorizont I) in 9 d hinaufgeht. (Siehe Detailprofil, Fig. 53).

Da 9 c γ mehrere konstante Horizonte mit besonderen faunistischen Eigentümlichkeiten hat, muss ich dies Profil genauer durchgehen.

1. Mehr oder weniger knollige Kalkschichten, unterst mit reichlicherem Schiefer, oberst mit spärlicherem, ca. 2 m. Die Fauna besteht aus:

   Cornulites serpularius, Schl.
   Tentaculites ornatus, Sow. Sehr zahlreich auf manchen Schichtenflächen des unteren Teils.
   Rhynchonella nucula, Sow. Allg., besonders im oberen Teil.
   Strophomena sp. In Menge im oberen Teil.
   Beyrichia cf. *Klödeni*, m'Coy. Allg.
   Leperditia baltica, His. Kleinere Form. Spärlich.
   Calymene tuberculata, Brünn. Allg.
   Acidaspis sp.
   Oriostoma globosa, Schl.

2. Dicke, dicht gepackte Kalkschichten, 1 m. Diese Schichten haben eine reiche Fauna; es kommen in Menge vor:

Athyris laeviuscula, Sow.
Spirifer elevatus, Dalm. Kleine Form.
Leperditia baltica, His. Kleine Form.

Ausserdem habe ich hier gefunden:

Ptilodictya lanceolata, Goldf. Allg.
Orthis sp.
Strophomena sp.
Rhynchonella nucula, Sow.
Calymene sp.
Encrinurus punctatus, Brünn.
Phaetonides rugulosus, Ldm.
Proetus sp.
Beyrichia cf. *Klödeni*, m'Coy. Allg.
Myalina mytilimeris, Conr.
Loxonema sp.

3. Hierauf folgen ausserordentlich korallenreiche Schichten, die den Korallenhorizont II bilden.

Unterst liegen dünne, unregelmässige Kalkschichten mit ziemlich reichlichem Schiefer 0.8 m. Auch hier sind Mengen von *Athyris laeviuscula*, Sow. zusammen mit anderen *Brachiopoden*, aber die Fauna erhält hier ein anderes Gepräge durch das massenhafte Auftreten von Korallen. Die allgemeinsten unter diesen sind *Favosites Forbesi*, Edw. & H. in kleinen, runden Kolonien, *Coenites repens*, Wahl. mit ihren feinen Stengeln und *Thecia Swinderenana*, Goldf. Letztere bildet zuweilen kleine Riffe. Dies ist ein ungewöhnlich fossilienreicher Horizont mit gut erhaltenen Fossilien, die oft sehr schön ausgewittert sind.

Ich kann hiervon folgende Formen anführen:

Favosites Forbesi, Edw. & H. In Mengen.
Coenites repens, Wahl.[1] In Mengen.
Thecia Swinderenana, Goldf. Sehr allg., teilweise in Mengen.
Cyathophyllum sp. Sehr allg.
Ptychophyllum truncatum, L.
Acervularia ananas, L.
Zaphrentis conulus, Ldm.
Diplotrypa sp.

[1] = *juniperinus*, Eichw.



Fig. 57. *Favosites*schichten in dem Korallenhorizont II der Zone 9 c γ auf der NO-Seite der Langø.
Ca. 3/4 der natürlichen Grösse.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Ptilodictya lanceolata, GOLDF.
Orthis sp.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Atrypa sp. Sehr allg.
Rhynchonella nucula, SOW. Allg.
Rhynchonella cuneata, DALM. Allg.
Rhynchonella diodonta, DALM. Allg.
Rhynchonella borealis, SCHL. Allg.
Athyris laeviuscula, SOW. In Mengen.
Spirifer elevatus, DALM. Sehr allg.
Spirifer crispus, HIS.
Calymene tuberculata, BRÜNN. Allg.
Encrinurus punctatus, BRÜNN.
Proetus sp.
Lichas cf. *ornatus*, ANG.
Beyrichia cf. *Klödeni*, M'COY. Sehr allg.
Leperditia baltica, HIS. Kleine Form. Allg.
Conocardium sp.

Hierüber kommt 0.65 m. mit dicken dichtliegenden Kalkschichten (oft nur 2 Bänke, 20 + 45 cm.), wesentlich aus *Coenites repens*, WAHL. aufgebaut. Doch finden sich auch andere Korallen. Es folgen dann wiederum dünnere, ziemlich dichtliegende Kalkschichten ungefähr wie in dem unteren Teil dieses Korallenhorizonts, ca. 0.4 m. Diese Schichten haben eine ähnliche reiche Fauna wie die soeben beschriebene. In besonderer Menge treten *Favosites Forbesi*, EDW. & H. und *Coenites repens*, WAHL. auf.

Dieser Korallenhorizont II, der hier im Profile eine Mächtigkeit von nicht völlig 2 m. besitzt, lässt sich an vielen Punkten der Nordostküste von Langø studieren. Er interessiert durch seine ausserordentlich reiche und abwechselnde Fauna. Die Dicke der einzelnen Schichtenabteilungen kann etwas variieren. Eine Strecke südöstlich von Wankels altem Kalkofen sieht man den Horizont ausgezeichnet blossgelegt und fossilienreich (Fig. 57). Hier liegt der Korallenhorizont ca. 2 m. über 9 c β, reicht aber dagegen bis 5 m. über diese Unterzone hinauf. Die *Favosites*schichten sind hier oberst unglaublich reich, wie die Planche zeigt.

Am Südende von Kommersø scheint der Korallen-Horizont schwach entwickelt.

4. Fossilienarme Schichten in einer Mächtigkeit von 2.6 m. Unterst 0.60 m. mit 7 Kalkschichten aus grauschwarzem, dichtem Kalk und

reichlichem Schiefer; hierin sah ich nur *Leperditia baltica*, His., *Beyrichien* und *Actinoceras* sp. Darauf dickere, dichtliegende Schichten aus krystallinischem, bituminösem Fragmentkalk ca. 0.3 m.

Hierüber knollige, dichtliegende Kalkschichten 1.5 m. und darauf wiederum grauer, krystallinischer Fragmentkalk, 0.2 m.

5. Dichtliegende, meistens knollige Kalkschichten mit 2 kleineren (0.2 und 0.5 m.) Abteilungen mit dicken Kalkschichten, 5.5 m. Diese Schichtenreihe zeichnet sich besonders durch das massenweise Auftreten von *Strophomena* sp. und *Strophomena rhomboidalis*, W. aus, die sich oft hübsch ausgewittert auf den Schichtenflächen finden, den Schlossrand und Muskeleindrücke zeigend (Fig. 52).

Von diesen Schichten lassen sich anführen:

Orthis elegantula, Dalm.
Strophomena sp. In Mengen.
Strophomena rhomboidalis, W. Oft in Mengen.
Strophomena semiglobosa, Dav. Allg. in einzelnen Schichten.
Atrypa reticularis, L.
Rhynchonella nucula, Sow. Allg., teilweise in Menge.
Spirifer elevatus, Dalm. Allg.
Tentaculites ornatus, Sow.
Beyrichia Klödeni, m'Coy. Allg,
Leperditia baltica, His.
Proetus sp.
Encrinurus punctatus, Brünn.
Pterinea retroflexa, Wahl. In Menge zusammen mit *Strophomena semiglobosa*, Dav. 3—5 m. hinauf.
Pterinea Sowerbyi, m'Coy.

6. Hierüber folgt ein neuer Korallenhorizont (III), der in diesem Profil ca. 1.3 m. mächtig zu sein scheint.

Coenites repens, Wahl. bildet hier ganze Schichten. Auch *Favosites Forbesi*, Edw. & H. tritt in Mengen auf, ebenso *Thecia Swinderenana*, Goldf. und *Pachypora Lonsdalei*, d'Orb.

Letztere bildet zuweilen mächtige Stöcke.

Ausserdem lassen sich anführen:

Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Aulopora sp.
Monotrypa sp.

Dieser Korallenhorizont III ist in anderen Schnitten mächtiger: am Südostende von Kommersø sieht man ihn in vorzüglicher Entwickelung mit unglaublichen Mengen von *Coenites repens*, Wahl. in dicken Schichten; er ist hier ca. 3.5 mächtig; in dem unteren Teil sieht man dann auch gern viele *Strophomena* sp. und *Rhynchonella nucula*, Sow.

Jetzt folgen die untersten dicken Schichten von dem dickknolligen Kalk, 9 d.

Nach diesem Profil hat 9 c γ eine Mächtigkeit von ca. 14 m. Dieselbe Mächtigkeit habe ich auf der Südostseite der Kommersø gefunden. Die einzelnen kleinen Schichtenabteilungen innerhalb dieser Schichtenreihe können an den verschiedenen Stellen etwas variieren; sie scheinen jedoch ziemlich konstant zu sein. Wie das Profil zeigt, kann man selbst innerhalb dieser Schichtenreihe mehrere faunistische Horizonte unterscheiden. Ich hebe folgende hervor:

1. Unterst der Horizont mit *Tentaculites ornatus*, Sow.
2. Der Horizont mit *Athyris laeviuscula*, Sow. Im Profil I von 2—3.8 m. über 9 c β.
3. Der Korallenhorizont II. Von ca. 3—5 m. im Profil I; in anderen Schnitten etwas niedriger. Deckt sich teilweise mit dem vorhergehenden und kann auch schwach entwickelt sein (Südostende der Kommersø).
4. Der Horizont mit *Strophomena* sp. von 7.2 m. bis 12.7 m. über 9 c β im Profil I.
5. Korallenhorizont III. Von 12.7—14 m. über 9 c β im Profil I, geht aber in anderen Profilen weiter hinab.

Die Tiergesellschaft in diesen Horizonten zeichnet sich jedoch nicht durch eigenartige Formen aus, die sich nicht in den anderen finden, sondern dadurch, dass einzelne Arten in ungeheuren Massen auftreten und dadurch dem Tierleben ihr Gepräge verleihen.

Diese Unterzone lässt sich längs der ganzen Nordostküste von Langø sehen, wie die Detailkarte zeigt. Auf Gaaserumpen sieht man sie auch längs der ganzen Nordostküste unter dem grobknolligen Kalk. Auf der Kommersø ist sie auf dem Südostende vortrefflich blossgelegt und lässt sich ungefähr durch die ganze Insel bis zur Nordwestspitze verfolgen; sie bildet den unteren Teil des Escarpments, den der südwestliche Höhenrücken der Insel im NO zeigt. (Siehe Profil Fig. 45). Auf Kommersø

ist besonders der oberste Korallenhorizont grossartig entwickelt — auf der Südostspitze und der Südwestseite nördlich von dem schmalen Hals der Insel.

9 d. Die Zone des grobknolligen Kalkes mit der grossen Mutation von Spirifer elevatus, Dalm. (var. bijugosa, M'Coy).

Die Grenze zwischen dem fein- und grobknolligen Kalk ist überall deutlich und leicht zu bestimmen (Fig. 58).

Unterst in 9 d liegt etwas über 1 m. mit dicken (10—20 cm.), verhältnismässig ebenen, dichtliegenden Kalkschichten, die oft sehr fossilienreich sind. Die Oberfläche dieser Schichten ist oft mit Fossilien bedeckt, besonders:

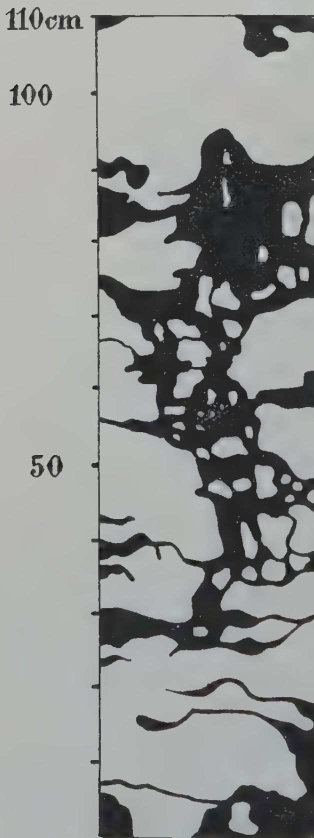


Fig. 58. Beispiel der Schichtenfolge in der Zone 9 d auf der SW-Seite der Kommersø. Kalk weiss, Schiefer schwarz. 1 : 10.

Strophomena semiglobosa, Dav.
Strophomena rhomboidalis, W.
Spirifer elevatus, Dalm.
Leperditia baltica, His.
Favosites sp.
Syringopora bifurcata, Lonsd. in kleinen, oft rein embryonalen Kolonien.
Thecia Swinderenana, Goldf.
Cyathophyllum sp.
Monotrypa sp.
Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Pterinea retroflexa, Wahl.

Hierüber folgt dann der grobknollige Kalk in grosser Mächtigkeit. Die einzelnen Schichten in diesem sind meist äusserst stark und unregelmässig knollig (Fig. 59) und können sich in kleine isolierte Knollen auflösen. Dieser ausserordentlich unregelmässig knollige Kalk ist eine sonderbare Bildung.

Die Schichten liegen gern zusammen in 1—1.5 m. dicken Bänken; dies tritt deutlich hervor in den grossen Kalkbrüchen, wo diese Bänke der Reihe nach ausgebrochen werden. Der Kalk ist meistens



Fig. 59. Der Übergang von dem dünnknolligen Kalk der Zone 9 c γ zu dem grobknolligen Kalk der Zone 9 d auf der Nordostseite der Langø (SO. von Kalkovnbugt).

Nach einer Photographie des Verfassers.

dicht und von dunkler, blauschwarzer Farbe. Zwischen den einzelnen Kalkschichten unregelmässiger Schiefer in meistens geringer Mächtigkeit. Ab und zu sieht man Bänke mit weniger dickknolligem Kalk. Wie man in dem Profil bei Sando (Pag. 245) sieht, wird der oberste Teil dieser Zone von mehr dünnknolligen, dichtliegenden Kalkschichten gebildet, die oft Mengen von *Crinoiden*stielgliedern führen. Diese obersten Schichten, die vielleicht 5 m. mächtig sind, habe ich auf den Inseln nicht gesehen. Die Mächtigkeit dieser Zone ist nicht leicht genau zu bestimmen, da man vor Längsverwerfungen nicht sicher sein kann, die auf dem mehr gedeckten inneren Teil der Insel schwer zu beobachten sind. In dem grossen Kalkbruch der Slemmestad Cementfabrik auf dem nordwestlichen Ende von Langø sieht man wenigstens 26—27 m. blossgelegt; aber der Bruch erstreckt sich nur bis ungefähr zum mittleren Teil der Insel. In dem breitesten Teil von Langø, nordwestlich von Wankels Kalkofen und Bruch lässt sich die Mächtigkeit auf ca. 60 m. veranschlagen, wenn sich keine Längsverwerfungen finden. Da solche aber hier sicherlich auftreten, schätze ich die Mächtigkeit von 9 d auf Langø zu 30—40, höchstens 50 m.

Die Fauna scheint durch diese Schichtenreihe ziemlich einförmig zu sein; am reichsten ist sie durchgehends in den oberen Schichten, die längs der Südwestküste blossgelegt sind. Hier kommen Korallen in grösster Menge vor und bilden hin und wieder ganze kleine Korallenriffe mit ausserordentlich reicher Fauna, die einen noch mehr überwältigenden Eindruck dadurch macht, dass die Schichtenflächen längs der ganzen Küste gut blossgelegt sind. Hier in diesem oberen Kalk finden sich auch *Lamellibranchiaten, Gastropoden* und *Cephalopoden* in grösster Menge. Ein Niveau, das reicher an Überresten von Mollusken wäre als diese Schichten, gibt es nicht in Norwegens Obersilur. Leider erhält man meistens nur Steinkerne. Korallen finden sich jedoch auch stellenweise zahlreich in dem unteren Teil des dickknolligen Kalks, z. B. an der Nordwestspitze von Langø.

Die Fauna in 9 d setzt sich aus folgenden Formen zusammen:

Stromatopora sp. In grossen Kolonien, bis zu 1 m. im Durchmesser, besonders oberst.

Favosites Gotlandicus, L. var. *maxima,* QUENST. Oberst.

Favosites Forbesi, EDW. & H. Allg. im unteren Teil der nordwestlichen Landzunge von Langø. Auch sonst.

Favosites Hisingeri, EDW. & H. Korallenriff-Facies, Gaaserumpen, in Menge.

Pachypora Lonsdalei, LDM. Sehr allg. in einzelnen Schichten.

Coenites repens, Wahl. In Menge in Korallenriff-Facies.
Trachypora ornata, Röm.
Thecia Swinderenana, Goldf. Teilweise in Menge, besonders in Korallenriff-Facies.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Äusserst allg. besonders oberst, oft in Mengen.
Syringopora sp., sehr feinröhrig. Korallenriff-Facies in dem obersten Teil.
Halysites catenularius, L. Sehr allg., besonders oberst.
Halysites escharoides, Lm. Selten.
Propora conferta, Edw. & H.
Plasmopora stella, Ldm.
Heliolites interstinctus, L. Allg., besonders oberst in Korallenriff-Facies.
Heliolites parvistella, F. Röm.
Heliolites Barrandei, Pen.
Pholidophyllum tubulatum, Schl. Korallenriff-Facies.
Ptychophyllum truncatum, L. Korallenriff-Facies.
Cyathophyllum mitratum, His.
Cyathophyllum sp.
Acervularia ananas, L. Allg.
Dinophyllum involutum, Lm.
Cystiphyllum cylindricum, Lonsd. Sehr allg.
Monotrypa sp. Allg. unterst.
Ptilodictya lanceolata, Goldf. Allg.
Tentaculites ornatus, Sow. Sehr selten.
Cornulites serpularius, Schl. Allg.
Herpetocrinus sp. (?).
Crotalocrinus(?) sp. Korallenriff-Facies im oberen Teil, oft mit sehr dicken Stielen.
Dinobolus cf. *Davidsoni*, Salt.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg., teilweise sehr allg.
Strophomena semiglobosa, Dav. Sehr allg.
Strophomena euglypha, His.
Strophomena cf. *filosa*, Sow.
Atrypa reticularis, L. Teilweise sehr allg.
Atrypa sp. Nicht allg. unterst.
Rhynchonella nucula, Sow. Allg.
Rhynchonella cuneata, Dalm.
Rhynchonella Wilsoni, Sow. var. *Davidsoni*, M'Coy. Teilweise allg.

Athyris laeviuscula, Sow. Nicht allg.
Spirifer crispus, His.
Spirifer elevatus, Dalm. var. *bijugosa*, m'Coy. Sehr allg.
Bumastus sulcatus, Ldm. Allg., besonders oberst.
Bumastus sulcatus, Ldm. var. In Menge in Korallenriff-Facies auf Gaaserumpen.
Bumastus sp. cf. *longicaudatus*, Kiær (nov. sp.). Oberst, selten.
Bronteus sp. Oberst, selten.
Cheirurus sp. cf. *bimucronatus*, Murch. Oberst, selten.
Lichas sp. Oberst, selten.
Harpes sp. Oberst, selten.
Encrinurus punctatus, Brünn. Sehr allg.
Phacops Musheni, Salt. Nicht selten, besonders oberst.
Proetus sp.
Beyrichia cf. *Klödeni*, m'Coy. Sehr allg.
Leperditia baltica, His. var. *formosa*, Chmiel. Teilweise äusserst allg. in prachtvollen Exemplaren.
Modiolopsis sp. Sehr allg., besonders oberst.
Grammysia cf. *cingulata*, His.
Anadontopsis bulla, m'Coy. Allg., oberst.
Myalina mytilimeris, Conr. Sehr allg., besonders oberst.
Pterinea retroflexa, Wahl. Allg.
Pterinea Sowerbyi, m'Coy. Nicht so allg. wie die vorhergehende.
Pterinea sp. Oberst.
Rhombopteria planulata, Conr. Selten, oberst.
Megalomus Gotlandicus, Ldm. Selten, oberst.
Bellerophon cf. *dilatatus*, Sow. Nicht selten, oberst.
Bellerophon sp.
Platyceras cornutum, His. Allg. oberst.
Oriostoma globosa, Schl. Sehr allg., besonders oberst.
Oriostoma discors, Sow. Selten.
Subulites attenuatus, Ldm. Nicht allg.
Loxonema sp. sp. Allg., oberst.
Orthoceras cf. *excentricum*, Sow. Allg., oberst.
Orthoceras cf. *annulatum*, Sow. Oberst.
Orthoceras sp. sp. Oberst.
Actinoceras imbricatum, His. Sehr allg., teilweise in Menge, besonders oberst.
Phragmoceras ventricosum, Sow. Sehr allg., besonders oberst.
Phragmoceras sp.

Gomphoceras cf. *pyriformis*, Sow. Selten, oberst.
Discoceras sp. Selten, oberst.

Wie man sieht ist diese Fauna sehr artenreich, ca. 80 Arten, und obschon ich viel Zeit darauf geopfert habe, Fossilien in diesen Schichten auszuklopfen, zweifle ich nicht daran, dass weitere Einsammlungen viel neues an den Tag bringen werden.

Von grossem Interesse sind die kleinen Korallenriffe, die hin und wieder oberst auftreten; mehrere solcher finden sich auf der Südwestküste von Langø, besonders auf dem südlichen Teil der Insel. Ein ausserordentlich fossilienreiches, kleines Korallenriff sieht man auch auf der Südwestseite von Gaaserumpen. Die Schichtung ist hier oft ganz undeutlich; man sieht, wie die Korallen aufeinander gebaut haben; die wichtigsten riffbildenden Korallen sind *Stromatoporen*, *Thecia* und *Favositiden*; wichtig sind auch die koloniebildenden Arten von *Ptychophyllum*, *Pholidophyllum*, *Cyathophyllum* und *Cystiphyllum*. *Coenites* mit ihren feinen Zweigen bildet zusammen mit verschiedenen *Crinoiden*stielgliedern meistens die Grundmasse zwischen den Korallen. Hier trifft man ganz allgemein dicke Stielglieder von *Crotalocrinus* (?) sp. Wie gewöhnlich in Korallenfacies finden sich viele Tierformen an einzelnen Stellen angehäuft; *Bumastus* sp. fand sich somit an einer einzelnen Stelle in grosser Menge; seine Schalen bildeten förmlich einen *Bumastus*kalk, der, wie es sich zeigte, eine sehr geringe horizontale Ausdehnung hatte. Dasselbe war der Fall z. B. mit *Rhynchonella Wilsoni*, Sow., und mehreren anderen Fossilien.

In dem unteren Teil von 9 d auf der Südwestseite von Kommersø fand ich eine besonders interessante Schicht. Es war eine ca. 15 cm. dicke Kalkschicht, die voll war von denselben stromatoporoiden kleinen Knollen, die in 9 b so allgemein sind. Ausserdem fand ich sehr allgemein *Pachypora Lonsdalei*, Ldm., unbestimmbare *Gastropoden*, *Leperditia baltica*, His. und, was am interessantesten ist, *Leperditia phaseolus*, His. Über der Schicht lagen gewöhnliche dicke Schichten von 9 d mit *Spirifer elevatus*, Dalm. mut., *Leperditia baltica*, His. var. in grossen Exemplaren, *Calymene* sp., *Athyris laeviuscula*, Sow., *Atrypa* sp. etc. Es ist von grossem Interesse zu konstatieren, dass die stromatoporoide Facies noch einmal auftritt, ganz kurze Zeit, und dass sich dann auch *Leperditia phaseolus*, His. einfindet. Diese beiden Organismen scheinen demnach an dieselben biologischen Verhältnisse gebunden zu sein. Auf die Bedeutung dieses Umstandes werde ich später zurückkommen.

9d hat die grösste Verbreitung unter allen Ludlowzonen auf den Inseln bei Holmestrand. Wie meine Karten zeigen, bildet sie fast die ganze Oberfläche von Lango und Gaaserumpen mit Ausnahme eines schmalen nordöstlichen Streifens, der aus dem darunter liegenden feinknolligen Kalk (9 c) besteht, und einzelner Reste der *Leperditia phaseolus*-Zone. Beide diese Inseln, die, wie in der Einleitung erwähnt, durch eine mächtige Verwerfung getrennt sind, bilden in Wirklichkeit einen langen Höhenrücken mit steilem Escarpment auf der nordöstlichen Seite; dicht an der Küste ist die Tiefe hier überall gross. Dasselbe setzt sich auf dem südwestlichen Teil von Kommersø durch die ganze Insel fort. Dieser Escarpment wird von den mächtigen Kalkbänken des grobknolligen Kalks gekrönt.

Das Verhältnis zwischen den Zonen 9b, 9c und 9d.

Es herrscht in diesem Gebiete ein eigenartiges Verhältnis zwischen diesen Zonen.

Die *Leperditia phaseolus*-Zone (9b) bildet eine eigentümliche Facies, charakterisiert durch einen Wechsel von dickeren, gleichmässigen Kalkschichten und ganz dünnem und planschiefrigem oder splitterigem Kalk und durch eine arme Fauna, die wesentlich aus den eigentümlichen stromatoporoiden Knollen, *Leperditia phaseolus*, His. und *Beyrichien* zusammengesetzt wird. Es zeigt sich nun, dass diese Facies sich zweimal in den Zonen 9c—d wiederholt. Nachdem 9 c α, mit seinen reichen *Nucula*-Schichten und Korallenhorizont I abgelagert ist, kommt die *Phaseolus*-Facies in einer 3 m. mächtigen Schichtenreihe (9 c β) zurück. Über dieser folgt die ausserordentlich fossilienreiche Unterzone 9 c γ mit ihren grossartig entwickelten Brachiopoden- und Korallenhorizonten und hierauf die untersten Schichten des grobknolligen Kalks (9 d). In dem unteren Teil derselben findet sich in einer einzelnen Schicht wiederum die *Phaseolus*-Facies ein; ob diese Schicht konstant entwickelt ist oder nur ganz lokal ist, lässt sich noch nicht entscheiden; ich habe sie bisher nur an einem einzelnen Ort gefunden. Sie zeigt uns jedenfalls so viel, dass die *Phaseolus* Facies noch nicht verschwunden is

Man muss hieraus schliessen können, dass die Faunen, die der *Phaseolus*-Facies, sowie den Unterzonen 9c α, 9c γ und dem untersten Teil von 9d angehören, gleichzeitig gelebt

haben und somit auf den verschiedenen Gebieten einander ablösen konnten, je nachdem sich die biologischen Verhältnisse veränderten.

Dies ist besonders wichtig für einen Vergleich mit der Ludlowfauna auf Ringerike. In diesem Gebiete haben die *Leperditia phaseolus*-Schichten eine ungewöhnlich grosse Mächtigkeit — ganze 90 m. Es lässt sich an und für sich schwer vorstellen, dass diese mächtige Schichtenreihe in demselben Zeitraum abgesetzt sein sollte wie die nur 10 m. mächtige Schichtenreihe von 9 b bei Holmestrand, zumal da sie mehrere bedeutende Schieferhorizonte enthält. Was ich hier mitgeteilt habe, wirft nun neues Licht hierauf. Man scheint mit gutem Grund annehmen zu können, dass der obere Teil der *Phaseolus*-Schichten (die obere Zone mit *Leperditia phaseolus*, His.) auf Ringerike in Wirklichkeit gleichzeitig (homochron) ist mit 9 c in dem Gebiete von Holmestrand.

Das Verhältnis zwischen den Unterzonen in Etage 9 c und der Zone 9 d.

Die Unterzonen 9 c α und 9 c γ sind in derselben Facies entwickelt und haben eine so vollständig übereinstimmende Fauna, dass man sie nicht unterscheiden würde, wenn sie nicht durch die *Phaseolus*-Facies in 9 c β getrennt wären.

9 c und 9 d zeigen dagegen grössere Verschiedenheiten. Nicht allein ist die sedimentäre Entwickelung sehr verschieden, sondern auch die Faunen unterscheiden sich bedeutend voneinander. Einige dieser faunistischen Verschiedenheiten sind deutlicherweise rein facieller Natur. Wenn somit der grobknollige Kalk eine ganze Reihe besonderer Molluskenformen zu haben scheint, so muss dies vermutlich davon kommen, dass die biologischen Verhältnisse ein reiches Molluskenleben begünstigt haben.

Von grösserer Wichtigkeit ist es, dass ein paar Formen in 9 d mit wirklich neuen Mutationen auftreten. Besonders muss hervorgehoben werden, dass *Spirifer elevatus*, Dalm. (*forma typica*) in 9 c jetzt von einer Form mit mehreren und kräftigeren Rippen und einem deutlich geteilten Medianwulst repräsentiert wird. Diese Form, die sich äusserst allgemein in grossen kräftigen Exemplaren findet, ist deutlicherweise eine spätere Mutation des typischen *Spirifer elevatus*, Dalm. Sie gleicht sehr *Spirifer bijugosa*, M'Coy. und ist mit dem typischen *Sp. elevatus*, Dalm. durch Übergangsformen verbunden. Auch die *Leperditia baltica*, His. var. *formosa* tritt hier oberst auf mit be-

sonders stark entwickelten Charakteren. Von Formen, die nur in 9 d vorkommen, hebe ich besonders *Bumastus sulcatus,* LDM. hervor; er ist ganz allgemein, besonders oberst. In Korallenriff-Facies habe ich eine ausserordentlich stark gewölbte Varietät dieser Art(?) in Mengen auf Gaaserumpen gefunden.

Diese faunistischen Eigentümlichkeiten des grobknolligen Kalkes scheinen mir gross genug, um die Aussonderung dieser Schichten als eine eigene Zone 9 d zu rechtfertigen.

Werfen wir nun einen Rückblick auf diese fossilienreichen und interessanten Zonen 9 c und d auf den Inseln bei Holmestrand, so sehen wir, dass sie in ihrer Entwickelung in hohem Grade von der Entwickelung auf Ringerike abweichen. Mit der Entwickelung derselben Zonen in Bærum und bei Skien haben sie dagegen, wie wir später sehen werden, bedeutende Übereinstimmung; wie sie im Malmogebiete entwickelt waren, wissen wir nicht, weil sie hier fehlen; ich betrachte sie aber als das typische Beispiel für die östliche Entwickelung von diesem Teile des Obersilurs im Kristianiagebiete.

Die obersten Zonen des Ludlows.

(Das Obersilur bei Sando.)

Auf den Inseln bei Holmestrand hört die obersilurische Schichtenfolge mit der Zone 9 d auf. An der Küste bei Holmestrand bildet der obere Teil des devonischen Sandsteins das unterste Niveau, und die Schichten zwischen 9 d und Devon sind somit hier vom Fjord überdeckt. Schichtenreihen vom Ludlow, die jünger sind als 9 d, finden sich nun in dem obersilurischen Streifen auf dem Festlande bei Sando (nördlich von Kommersø). Die Schichten sind aber so stark umgewandelt, dass sich genauere stratigraphische Studien nicht anstellen lassen. Sie müssen jedoch hier kurz erwähnt werden.

Das Obersilur bildet hier ein schmales Gebiet, das sich vom Hofe Sando ca. 1.5 Km. nordwestwärts längs der Küste erstreckt; es wird vom Granit umgeben und ist in seinem breitesten Teil kaum 0.5 Km. breit. Das Streichen ist ungefähr dasselbe wie auf Kommersø (N 20—30° W); das Einfallen variiert von 15—30° gegen WSW. Verwerfungen

treten zahlreich auf, und da die Umwandlung der Schichten sehr stark ist (Fossilien können nur auf günstig ausgewitterten Schichtenflächen gesehen werden), kann die Schichtenfolge hier nicht in allen Punkten klargestellt werden.

Die Schichtenfolge beginnt bei Sando mit dem oberen Teil der Zone 8 b, gehärteter Schiefer mit einzelnen Kalkschichten, in denen ich einzelne der gewöhnlichen Formen aus dieser Zone gesehen habe. Nach oben werden die Kalkschichten dichtliegend, etwas knollig. Hierüber folgt 1.2 m. mit *Crinoiden*reichem Korallenkalk; wieder kommen dichtliegende Kalkschichten, bald aber reichlicher Schiefer mit sparsameren Kalkschichten. In diesen letzten Schichten findet sich eine reiche und eigentümliche Fauna, die leider wegen der starken Umwandlung nicht eingehend studiert werden kann. Ich kann folgende Formen anführen:

Favosites sp., zweigige Form. Allg.
Favosites sp. Kleine unverzweigte Kolonien.
Alveolites sp. Sehr grossröhrig.
Coenites sp. Allg.
Halysites sp. In Mengen.
Zaphrentis sp.
Cyathophyllum sp. Grosse Form.
Eigentümliche *Rugose*-Koralle (?) mit feinen, verzweigten Röhren. In Mengen.
Monticulipora sp.
Atrypa reticularis, L. Allg.

Diese schieferreichen Schichten wechseln mit mehr dichtliegenden, knolligen Kalkschichten und entsprechen wahrscheinlich der Zone 8 d. Die Faciesentwickelung von 8 c—8 d scheint somit hier etwas anders zu sein als auf den Inseln.

Hierauf folgen längs der Küste Schichten, die wahrscheinlich die Zonen 9 a—c repräsentieren; sie sind stark von Verwerfungen durchsetzt und können nicht näher bestimmt werden. Weiter nordwestwärts trifft man nun, durch eine Verwerfung von den vorhergehenden Schichten geschieden, den grobknolligen Kalk, 9 d. So weit war ja, wie man erinnert, die Schichtenfolge auf den Inseln aufgeschlossen. Das interessante ist nun, dass hier bei Sando eine neue, mehr feinknollige Kalkabteilung über 9 d zu sehen ist. Der oberste Teil

(ca. 5 m.) von 9 d besteht aus etwas mehr dünnknolligen, dichtliegenden Kalkschichten; der Kalk führt oft Mengen von *Crinoiden*stielgliedern. Die höherliegende Zone 9 e besteht aus feinknolligen und dünneren, mehr ebenen Kalkschichten mit ziemlich reichlichem Schiefer. Sie ist sehr fossilienreich und geht nach oben in einen reichen Korallenhorizont über. Die Kalkschichten sind oft reich an *Crinoiden*stielgliedern. Von der Fauna, die nur an günstig ausgewitterten Schichtenflächen studiert werden kann, nenne ich folgende Formen:

Favosites sp., in Mengen oberst mit anderen unbestimmbaren Formen.
Monticuliporen (*Amplexopora* (?) sp.), verzweigte Form, oft in Mengen.
Chonetes striatella, DALM.
Rhynchonella cuneata, DALM.
Rhynchonella nucula, SOW. In Mengen.
Spirifer elevatus, DALM. var. *bijugosa*, M'COY. Oft in Mengen in grossen Exemplaren.
Tentaculites sp. Allg.
Cornulites sp.
Pterinea sp.
Actinoceras cf. *imbrex*, HIS.

Der *Spirifer* ist demjenigen in 9 d ähnlich; die übrige Fauna scheint auch sehr nahestehend zu sein, aber die Mengen von zweigigen *Monticuliporen* und besonders das Auftreten von *Chonetes striatella*, DALM. machen einen faunistischen Unterschied. In dem oberen Korallenhorizont tritt besonders *Favosites* sp. hervor („*Favosites*kalk"). Er repräsentiert wahrscheinlich die Zone 9 f auf Ringerike.

Durch eine grosse Verwerfung wiederholt sich diese Schichtenfolge von 9 d—f. Die Zonen 9 e—f treten zum zweiten Mal bei Langdok auf; ihre Schichten sind hier ganz gut zu sehen. Die Mächtigkeit kann ich nicht genau angeben. Jedenfalls 6 m. sind entblösst.

Über die ganz charakteristischen Schichten von 9 e—f sieht man nordwestwärts von Langdok wieder reichlicheren Schiefer mit einzelnen Kalkschichten in einer Mächtigkeit von einigen Metern. So folgt ca. 1 m. mit dichteren, dicken Kalkschichten, über welchen der Schiefer wieder reichlicher wird. In den Kalkschichten sieht man *Crinoiden*stielglieder, zweigige *Monticuliporen*, *Spirifer elevatus*, DALM. var. und

flache *Gastropoden.* Noch höher, bei dem ersten Haus in Bækkeviken, sind sehr schieferreiche Schichten entblösst. Diese Schichtenfolge oberhalb des *Favosites*-Kalkes kann wahrscheinlich als die Zone 9 g gedeutet werden.

Bei dem Bache, der bei Bækkeviken ausströmt, ist alles überdeckt; auf der nordwestlichen Seite trifft man hier erst Schichten des devonischen Sandsteins in geringer Mächtigkeit und dann den Granit.

Die Mächtigkeit der silurischen Schichtenfolge, die hier oberhalb der Zone 9 d entblösst ist, kann vielleicht zu ca. 30 m. veranschlagt werden (Langdok — Bækkeviken).

Da aber viel dafür spricht, dass man bei Bækkeviken eine neue Verwerfung hat, ist es möglich, dass die normale Schichtenfolge zwischen der Zone 9 d und dem devonischen Sandstein auch in diesem Gebiete wie in den anderen Gebieten in Wirklichkeit viel mächtiger ist. In diesem Falle könnte man annehmen, dass die Schichtenfolge Langdok — Bækkeviken nicht alle 3 Zonen 9 e, f und g auf Ringerike, sondern nur die erste und vielleicht einen Teil der zweiten von diesen repräsentiere.

Ich glaube jedoch, dass die oben angedeutete Erklärung die wahrscheinlichste ist, und ich gehe in dieser Arbeit davon aus, dass die 3 Zonen, 9 e—g, hier in der Hauptsache wirklich entblösst sind.

In dem Gebiete auf den Inseln bei Holmestrand sind also nach meinen Studien folgende Teile des Obersilurs vorhanden:

Unteres Llandovery (unvollständig, nur ein Teil der Zone 6 c α und 6 c β) . . . . ca. 30 m.

Oberes Llandovery (fast vollständig, nur die oberste Zone 7 c γ ist unvollständig entblösst) . . . . 105—7 m.

Wenlock (vollständig, jedoch ist die Mächtigkeitsbestimmung des unteren Teils unsicher) . . . . 59.5—62 m.

Ludlow, die Zonen 9 a—d (auf den Inseln vollständig entblösst) 76—86 m.

Die Zonen 9 e—g (bei Sando entblösst) . . . . ca. 30 m.(?).

IV.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET

BEI

SKIEN UND PORSGRUND.

Hierzu eine geologische Karte.

Das Obersilur bei Skien und Porsgrund bildet den nordöstlichen Teil des scharf umgrenzten silurischen Gebietes, das sich hier im südwestlichsten Teil des Kristianiadistrikts befindet. Wie meine Übersichtskarte zeigt, erstreckt sich diese lange, schmale Silurgegend von Mofjeldene, die das Gjerpendal im Norden abschliessen, in SSO-licher Richtung über Skien und Porsgrund nach Langesund hinunter.

Die Entwickelung des Obersilurs in diesem Gebiet steht den schon geschilderten Faciesentwickelungen, besonders auf Ringerike und bei Holmestrand, sehr nahe. Da nun auch die Schichten überall mehr oder weniger umgewandelt und die Fossilien deshalb selten gut erhalten sind, hat dies Gebiet in stratigraphischer Hinsicht weniger Bedeutung als diejenigen auf Ringerike, Malmøen und bei Holmestrand.

Ich habe deshalb dies Gebiet bei weitem nicht so genau untersucht als die vorhergehenden. Meine Fossilienangaben machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, und nur diejenigen Zonen, die eine eigentümliche Faciesentwickelung zeigen, sind ausführlicher behandlet.

Literaturverzeichnis.

1857. TELLEF DAHLL. Profile durch die Gegend von Skien, Porsgrund und Langesund (in TH. KJERULF, Ueber die Geologie des südlichen Norwegens).
Pag. 114–141 mit geologischer Karte und Profilen.
(Auch in Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 9, Pag. 306–333, 1857). Die bisher einzige Beschreibung des Obersilurs.

1884. W. C. BRØGGER. Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund–Skien.
(Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 28, Pag. 253–419, 1884).
Mit einer geologischen Übersichtskarte über die Gegend zwischen Porsgrund und Langesund im Massstabe von 1 : 50000.
Grundlegend für die Tektonik der Gegend.

Historische Übersicht.

In KJERULFS bekannter Arbeit „Ueber die Geologie des südlichen Norwegens“ (1857) hat Bergmeister TELLEF DAHLL eine stratigraphische Übersicht über die kambrisch-silurischen Formationen im Skiensdal geliefert. Die Überschrift dieses Abschnittes (Pag. 114—141) lautet sehr bescheiden: „Profile durch die Gegend von Skien, Porsgrund und Langesund, mitgetheilt von TELLEF DAHLL“. Die Arbeit ist aber in mehreren Beziehungen hervorragend und gibt viel mehr als diese Überschrift verspricht. T. DAHLL gibt hier eine für seine Zeit recht eingehende stratigraphische Übersicht einer Silurgegend, die bis dahin eine vollkommene *Terra incognita* war. Speziell seine Beschreibung der obersilurischen Ablagerungen ist glücklich ausgefallen, während die des Kambriums und Untersilurs mangelhafter ist; seine Einteilung ist viel detaillierter als diejenige, die von TH. KJERULF für das Silur bei Kristiania in derselben Arbeit durchgeführt ist, obwohl seine Fossilienangaben sparsamer sind. Die starke Umwandlung der Schichten legt hier in dieser Beziehung der Forschung grosse Hinderungen in den Weg.

TELLEF DAHLL teilt das Obersilur in dieser Gegend in folgende Abteilungen ein:

5 d. Kalksandstein, ca. 300′ mächtig.

5 e. Dünne Schichten von Kalksandstein, Kalk und Tonschiefer, ca. 100′.

6 a. Grauer Kalkstein, der zweite *Pentamerus*kalk, ca. 300′. DAHLL bezeichnet die *Meristella crassa*-Zone (5 c) als den ersten *Pentamerus*kalk; er verwechselt nämlich diese Form mit kleinen Exemplaren von *Pentamerus oblongus*, Sow. (*P. laevis*).

6 b. Grünlichgrauer Tonschiefer, ca. 30′. Mit dieser Abteilung schliesst DAHLL das Untersilur ab.

7 a. Kalkstein, 86′.

7 b. Hellgrauer Tonschiefer, 150′.

8 a. Heller krystallinischer Kalkstein, 20—40′.

8 b. Dunkler Tonschiefer, 10′.

8 c. Kalkstein, 700—800′; die unteren 200—300′ sind deutlich stratificiert; höher oben ist er massiger und aus linsenförmigen, handgrossen Konkretionen, von toniger Substanz umgeben, zusammengesetzt. Diese Abteilung wird der Holmkalk genannt.

8 d. Fester, bläulichgrauer, dünner Tonschiefer, 20′. Die letzten Straten, worin DAHLL Versteinerungen gefunden hat.

Hierauf folgt dann der devonische Sandstein, ca. 1000′ mächtig.

Alle diese Abteilungen konnte ich leicht identificieren. Seine Fossilienbestimmungen sind wahrscheinlich gut[1]; DAHLL hatte ja in England unter MURCHISON studiert, der wahrscheinlich selbst viele seiner Bestimmungen revidiert hat.

Auch die Tektonik der Silurgegend wurde von DAHLL studiert, und es gelang ihm, einzelne der Hauptverwerfungen nachzuweisen, vor allen die mächtige Verwerfung bei Porsgrund. Auf seiner geologischen Übersichtskarte, die besonders hervorgehoben werden muss, tritt sie sehr schön hervor.

Später ist nichts näheres über das Obersilur in dieser Gegend publiciert worden. In seiner Arbeit „Veiviser etc." (1865) zählt KJERULF nur einzelne Formen aus seiner Etage 8 auf. Von grosser Bedeutung für jede geologische Untersuchung ist aber die 1884 erschienene Arbeit von W. C. BRØGGER: Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien. Hierin werden durch eine grosse Anzahl schöner Beobachtungen die Grundzüge des geologischen Baues dieser Gegend beleuchtet und meisterhaft auseinandergesetzt. Die meisten seiner Untersuchungen behandeln die Verhältnisse südlich von Porsgrund, wo der geologische Bau am leichtesten zu studieren ist. Weiter nördlich ist die Gegend mehr überdeckt und schwieriger zu enträtseln. Um so wichtiger für den hier arbeitenden Geologen sind die Resultate von BRØGGERS Untersuchungen weiter im Süden, da die Hauptzüge der Tektonik anscheinend überall dieselben sind. Die Arbeit ist mit zahlreichen Profilen, Skizzen und einer geologischen Karte von der Silurgegend südlich von Porsgrund im Massstabe von 1 : 50000 ausgestattet.

Notwendig für seine Untersuchungen war auch eine neue stratigraphische Einteilung. Da aber das Obersilur hier im Süden eine unbedeutende Rolle spielt, beschränkte er sich auf eine neue Beschreibung des Kambriums und Untersilurs. Die Kenntnis des Obersilurs wurde deshalb in dieser Arbeit von BRØGGER nur durch vereinzelte Profile und Bemerkungen weitergeführt. In der Hauptsache waren wir in dieser Beziehung bis jetzt nicht weiter gekommen als TELLEF DAHLL im Jahre 1857.

[1] Von den Fossilien, die T. DAHLL eingesammelt hat, befinden sich nur ganz einzelne in der paläontologischen Sammlung der Universität in Kristiania. Die meisten sind verschwunden. Seine Bestimmungen können deshalb nicht revidiert werden.

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Die geologischen Verhältnisse in diesem Gebiete sind eingehend von W. C. Brøgger in seiner Arbeit „Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien“ behandelt. Am eingehendsten behandelt Brøgger in dieser Arbeit die Gegend südlich von Porsgrund, über welche er auch eine Übersichtskarte im Massstabe von 1 : 50000 gibt. Da der geologische Bau im nördlichen Teil des Gebietes aber derselbe ist wie weiter im Süden, ist die folgende kurze Darstellung hauptsächlich eine Wiedergebung der Ergebnisse, zu denen Brøgger in der genannten Arbeit gelangt ist.

Das silurische Gebiet in dieser Gegend bildet, wie bekannt, den SW-lichsten Teil des Kristianiagebietes. Hier tritt die kambrisch-silurische Schichtenfolge mit dem überlagernden Sandstein und Augitporphyrit auf einer langen, schmalen Landstrecke zwischen dem nördlichen Ende des Gjerpendal im NNW und den Inseln bei Langesund im SSO auf.

Wie meine Übersichtskarte zeigt, ist die Länge dieser Silurgegend ca. 45 Km., und die Breite variiert zwischen 2.5 und 6 Km.

Bei dieser Berechnung der Breite ist der devonische Sandstein auch mitgenommen. Nach Westen ist diese Silurgegend von dem Urgebirge, nach Osten von dem grossen Augitsyenitfeld zwischen Tønsberg und dem Langesundfjord begrenzt.

Die ganze Silurgegend ist monoklinal aufgebaut. Eine Faltung ist hier nicht zu sehen. Das Streichen ist durchgehends NNW bis NW, das Fallen durchschnittlich 15—30° nach ONO bis NO. Beides variiert aber in den verschiedenen Teilen des Gebietes und bestimmt mit den zahlreichen Zerklüftungssystemen und Verwerfungen zusammen sowohl das Auftreten der silurischen Etagen als auch die jetzigen orographischen Verhältnisse.

Was nun das Einfallen der Schichten betrifft, muss sofort betont werden, dass es als allgemeine Regel von W nach O zunimmt. Während man im nördlichen Teil an der Westgrenze, wo die kambrischen Schichten mit ihrem Basalkonglomerat in natürlicher Lage auf dem Urgebirge liegen, einen Fallwinkel von 10—20° findet, steigt dieser im mittleren Teil des Skiensdal bald auf 25—30°, bis er in unmittelbarer Nähe des Augitsyenites im O sehr rasch zu 40—50°, ja bis mehr als 80° wächst [1].

Diese Verhältnisse erklärt Brøgger ganz natürlich dadurch, dass längs der Syenitgrenze ein Einsinken des ganzen Landstückes westlich

[1] Siehe Kjerulfs Profil, Über die Geologie des südlichen Norwegens, Pag. 134.





Fig. 60. Die Escarpmentlandschaft in Skien und in Gjerpendal. Oberes Bild: Blick in das Gjerpendal nach Norden, gleich nördlich von Skien; man sieht in die Niederung hinein zwischen Venstøp und Tufte mit dem Llandovery-Escarpment rechts. Unteres Bild: Der Llandovery-Escarpment in Skien von Klosterø gesehen; in der Mitte Søndre Klev.

davon stattgefunden hat. Da man an der Westgrenze des Silurs keine oder sehr unbedeutende Verwerfungen hat, so ist eine Drehung des Silurstückes anzunehmen. Das Einsinken bei der Syenitgrenze wird von Brøgger zu jedenfalls fünfzehn Hundert, wahrscheinlich ein Paar Tausend Meter berechnet.

Das Gebiet zerfällt nun in 3 Hauptstücke, in denen das Streichen und Einfallen der Schichten etwas verschieden ist. Hierauf hat Brøgger zuerst aufmerksam gemacht. Diese Hauptstücke sind durch grosse Querverwerfungen geschieden, und der genannte Unterschied erklärt sich nach Brøgger sehr natürlich dadurch, dass das Einsinken und die Drehung dieser 3 Hauptstücke etwas verschieden stattgefunden haben.

Diese 3 Hauptstücke, die 3 orographisch getrennte Gebiete darstellen, sind die folgenden:

I. Das nördlichste Gebiet, nördlich von Porsgrund.

II. Das mittlere Gebiet zwischen Porsgrund und Brevik.

III. Das südliche Gebiet zwischen Stathelle und Langesund mit den Inseln des Langesundfjords.

Diese 3 kleineren Gebiete spielen eine sehr verschiedene Rolle für das Studium des Obersilurs.

Im nördlichen Gebiet hat das Obersilur die grösste Verbreitung. Hier „bildet die Silurformation einen relativ niedrigen Talboden zwischen den höherliegenden Felsen des Urgebirges im W und des Syenitterrains im O. Dieser Talboden ist zwar nicht sehr eben, vielmehr eigentlich selbst wieder aus mehreren parallelen Tälern mit dazwischenkommenden niedrigen Rücken gebildet. Diese niedrigen Rücken erstrecken sich alle ungefähr in der Richtung der Kompassnadel, sind gegen WSW steil, gegen ONO langsam abfallend, so dass die Querprofile über den Talboden treppenartige Linien darstellen. Die Treppe steigt doch nur wenig an, ehe man ganz nahe an das Syenitmassiv kommt, an welches die Schichten des Sandsteins, sowie der Augitporphyrit sich bis zu grösserer Höhe anlehnen. Nach SSO hin enden aber diese Treppenstufen häufig ziemlich abrupt, indem ihre Fortsetzung von einer Ebene gebildet wird. Der höchste dieser Rücken, der Borgeaas, endet vor der Talebene östlich von Porsgrund“ [1].

Die südliche Grenze dieses Stückes geht gerade südlich von diesem Borgeaas; hier läuft die grosse, von T. Dahll nachgewiesene Querverwerfung in ONO-licher Richtung. Brøgger fasst diese als eine vertikale Verwerfung auf und berechnet, dass die südliche Partie ca. 936 m. eingesunken ist.

[1] Brøgger, Spaltenverwerfungen, Pag. 331.

Das Streichen in diesem nördlichen Gebiet ist NNW bis N 30° W, das Einfallen ist in der obersilurischen Schichtenfolge 25—30° ONO bis O 30° N. Das Obersilur nimmt hier etwas mehr als die ONO-liche Hälfte des Tales ein. Die besprochenen Längentäler als Folge des monoklinalen Baues treten am deutlichsten in dem mittleren Teile bei den Höfen Venstøp und Tufte auf. Die Grenze des Unter- und Ober-Silurs geht hier gerade zwischen diesen Höfen in einem ganz seichten Längental (Fig. 60. I). Dieses wird im W von einem kleinen Höhenrücken begrenzt, der aus der mächtigen Kalkabteilung des *Gastropoden-* und *Isotelus*-Kalkes gebildet ist. Der Talboden ist meistens überdeckt, ab und zu kommen jedoch die Kalksandsteine der Zonen 5 b und 6 a—b zum Vorschein. Im O. wird das Tal durch den Llandovery-Escarpment begrenzt. Der eigentliche Escarpment besteht hier wie auf Ringerike wesentlich aus dem oberen Teil des Unteren Llandovery (6 c) und wird von dem *Pentamerus*kalke gekrönt. Dieser Llandovery-Escarpment tritt überall sehr hübsch hervor und wird von zahlreichen Querverwerfungen zerschnitten. Besonders gut ist er in der Stadt Skien und weiter südlich ausgebildet (Fig. 60. II und 61).

Die Schichten des Oberen Llandovery und des unteren Wenlock bilden eine deutliche Treppenstufe, können aber auch als eine seichte, talähnliche Versenkung ausgegraben sein. Sie wird im O. von dem Längenrücken des Wenlockkalkes (8 c) begrenzt. Der Wenlockkalk ist gewöhnlich in diesem Gebiet als ein dickbänkiger, krystallinischer Riffkalk entwickelt; die Mächtigkeit ist aber variierend und nur stellenweise — z. B. Kapitelberget bei Skien — tritt er als eine grössere Escarpmentbildung hervor. Er kann jedoch fast überall als ein kleinerer oder grösserer Höhenrücken verfolgt werden und ist deshalb eine der wichtigsten Zonen des Obersilurs (Fig. 61).

Zwischen dem Wenlock- und dem Llandovery-Escarpment bilden die festen Kalkbänke der *Stricklandinia lirata*-Zone (7 c β) gewöhnlich einen kleinen Längenrücken.

Das Ludlow ist in petrographischer Entwickelung einförmiger und bildet deshalb entweder mehrere kleine Längenrücken (z. B. bei Myraas) oder eine einförmigere Böschung.

Die merkwürdige Depression östlich von Skien, in deren nördlichem Teil Børsesø liegt, ist meiner Meinung nach wahrscheinlich durch Verwerfungen entstanden. Von diesem See geht eine deutliche Verwerfung in NW-licher Richtung nach Limi Tjern (kleiner See) hinauf mit Einsinken des W-lichen Stückes; wahrscheinlich finden sich mehrere mit dieser parallel weiter im O, die hier die ungewöhnliche Breite des

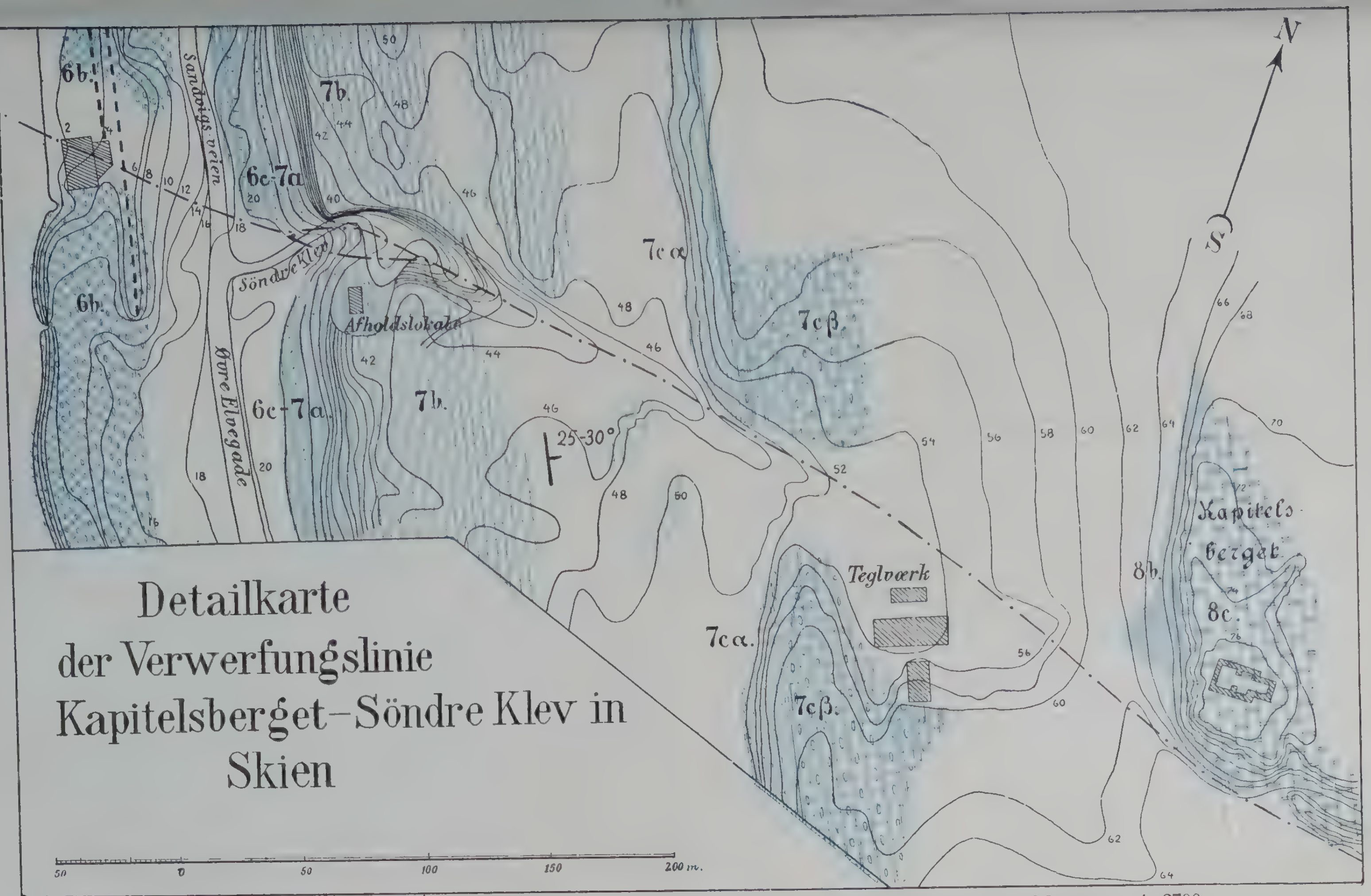


Fig. 61. Detailkarte des Obersilurs bei Søndre Klev in Skien auf Grundlage der neuen Stadtkarte, ca. 1 : 2700.

Ludlows verursacht haben. Alle diese nehmen dann wahrscheinlich weiter im S. eine mehr NNW-liche Richtung an. Über Børsesø streichen dann mehrere bedeutende Verwerfungen in NNO-licher Richtung. Besonders will ich hier die grosse Verwerfung hervorheben, die mitten durch die Stadt Skien gleich südlich von dem Gaswerke bei dem alten Kirchhofe läuft und sich wahrscheinlich im Ellevand fortsetzt. Das nördliche Stück ist hier eingesunken und zwar ca. 70 m.; ca. 1 Km. weiter im N., ungefähr wo der Fahrweg nach Gjerpen Kirche aus Skien führt, kommt eine grössere neue Verwerfung, wodurch das südliche Stück eingesunken ist. Das Stück zwischen diesen beiden Verwerfungen, das gerade den Børsesø einfasst, bildet somit einen Graben. Dieser ist bei Skien selbst orographisch wenig bemerkbar, scheint aber im Børsesø, wo die beiden Systeme von Verwerfungen einander schneiden, für die Arbeit der Erosion von Bedeutung gewesen zu sein.

Innerhalb der Stadt Skien sind die Verwerfungen oft leicht zu studieren; man hat hier, wie meine Karte (Fig. 62) zeigt, sehr deutlich zwei Systeme.

Das eine hat eine NNO-liche bis NO-liche Richtung, das andere eine WNW-liche bis NW-liche (auch fast W-liche). Hierzu kommt in diesem Teil des Gebietes ein drittes System, ungefähr parallel dem Streichen — die Verwerfungen bei Børsesø und die grosse Verwerfung bei der Syenitgrenze.

Wir wenden uns nun zu dem mittleren Gebiet, der Halbinsel südlich von Porsgrund—Eidanger, die im W. vom Frierfjord, im O. vom Eidangerfjord begrenzt wird. Das Streichen ist in diesem Teil mehr W-lich — nämlich NW bis W 40° N, das Einfallen 10—18° NO bis N 40° O. Die Schichtenstufenrücken streichen deshalb hier mehr NW-lich als weiter im N. „Eine Anzahl kleiner nach ihrer Richtung ungefähr paralleler Felsenrücken streichen schräg über die Halbinsel ungefähr in Richtung NW—SO oder NNW—SSO. Nach der WSW-Seite oder SW-Seite haben sie ihre grösste Höhe und stürzen hier schroff ab, nach ONO oder NO sind sie dagegen sanft geneigt; ausserdem heben sie sich nach und nach von NW oder NNW nach SO oder SSO und enden dann gern recht plötzlich, wenn sie ihre grösste Höhe erreicht haben, wobei in ihrer Fortsetzung eine Talebene folgt. Die Täler streichen an der W- und NW-Seite der Halbinsel ungefähr in NW—SO-licher Richtung, die von der Ostseite aufgehenden Tälchen und Klüfte streichen dagegen ungefähr in O—W-licher Richtung. Diese letzte Richtung finden wir auch in mehreren von der Westseite sich einschneidenden Klüften, in dem Tal von Versvik etc. wieder. Die

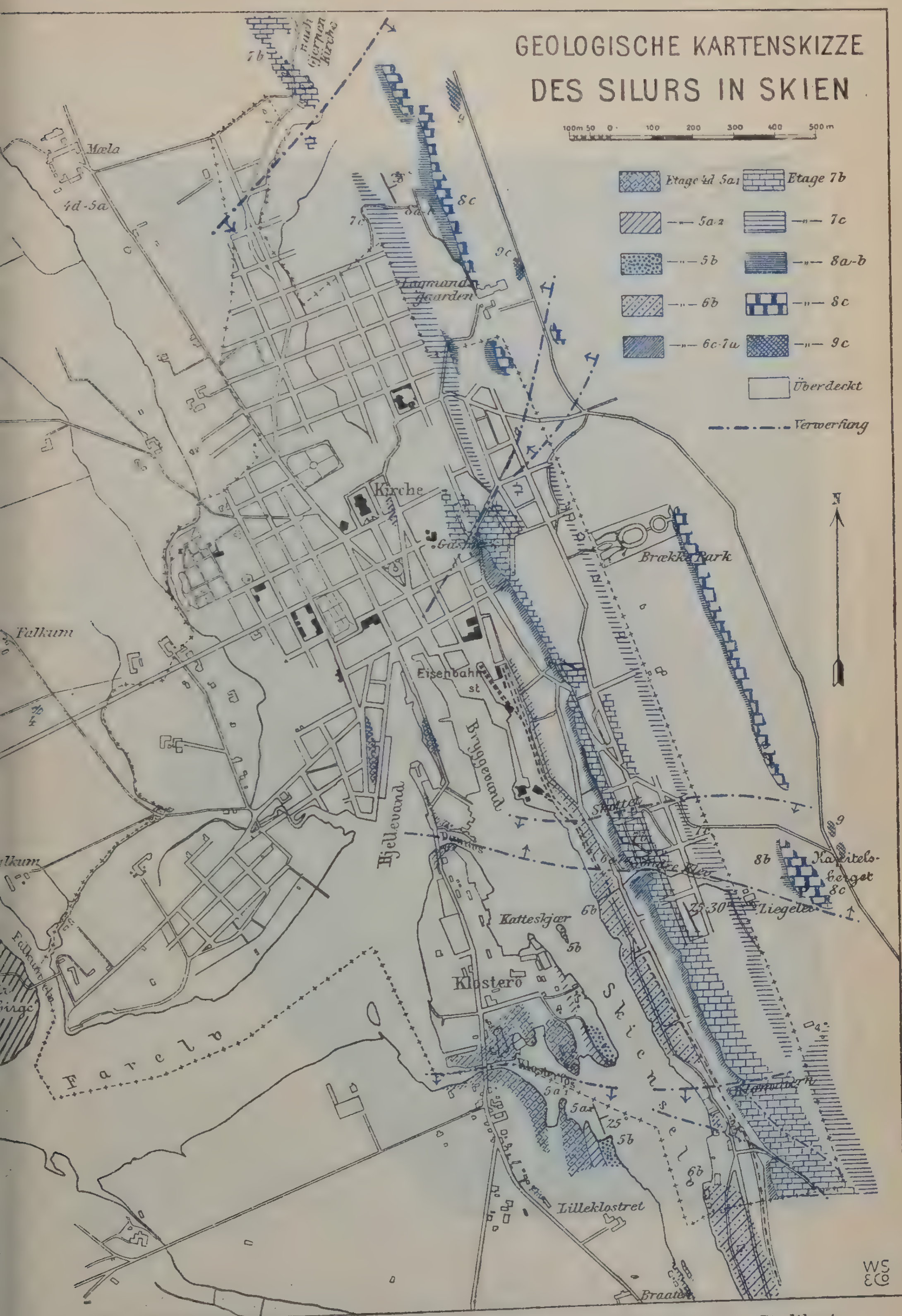


Fig. 62. Geologische Kartenskizze des Silurs in Skien auf Grundlage der neuen Stadtkarte.



Fig. 63. Der Llandovery-Escarpment bei Gunneklev. Die Steilwand besteht aus den Schichten der Zonen 5 b–6 b.
Nach einer Photographie des Verfassers.

ganze Westküste der Halbinsel zwischen Saltboden und Blegebakken ist hoch und schroff. Sie bildet eine continuirliche Linie, indem die zahlreichen engen Klüfte, welche in dieser Strecke die Felswand durchschneiden, auf der Karte kaum merkbar sind; die Ostküste ist dagegen niedrig und von zahlreichen Buchten zerschnitten"[1]. Diese treffliche Schilderung von BRØGGER zeigt, wie eng die orographischen Verhältnisse mit den geologischen zusammenhängen. Die Verwerfungen spielen hier eine fast grössere Rolle als weiter im N. Von der Westküste schneiden sie ein in W—O-licher oder ONO-licher Richtung; bei der Ostküste laufen sie in O—W-licher oder WNW-licher Richtung. Diese Verwerfungen scheinen mehrmals winkelförmig ineinander überzugehen, wie besonders das prachtvolle Verwerfungstal Versvik—Skjælsvik zeigt. In der Regel sind die südlichen Stücke eingesunken. Durch diese Verwerfungen erklärt sich auch leicht, dass viele der Längenrücken nach SO plötzlich enden, wobei in ihrer Fortsetzung eine Talebene folgt.

Das Obersilur bildet hier den kleineren nördlichen Teil, nördlich von einer Linie Gunneklevfjord—Lundebugt. Im SW läuft hier ein sehr schöner Llandovery-Escarpment mit prachtvollen, steilen Wänden von den Zonen 6 b—c gebildet (Fig. 63). Durch die grosse Verwerfung Versvik—Skjælsvik ist der Escarpment im SO verdoppelt. Das Einsinken des südlichen Stückes wird von BRØGGER bei Versvik zu 130 m. berechnet, während es im O bedeutend grösser ist[2]. Der Wenlockkalkrücken ist bei Porsgrund sehr deutlich, verliert sich dann gegen SO. Jedenfalls ist er hier wegen der starken Umwandlung der Schichten sehr schwierig zu verfolgen.

Von dem südlichen Teil des Gebietes zwischen Stathelle und Langesund ist die besprochene Halbinsel (Porsgrund—Brevik) durch den Breviksund geschieden. Die ursprüngliche Bildung dieses Sunds ist nach BRØGGER durch ein einfaches Aufklappen zu erklären[3] und die ganze nördliche Halbinsel hat eine Drehung um eine parallel dem Breviksund verlaufende Horizontallinie erlitten. Eine Drehung von nur ca. $5^1/_2$° wäre hier genug, um das mächtige Einsinken bei der Verwerfungslinie Porsgrund zu erklären.

Der südliche Teil des Gebietes interessiert uns hier weniger. Nur kleine Areale von obersilurischen Schichten finden sich im Osten bei Langesund und auf den Inseln Langø, Gjeterø, Arø und Fuglø; sie sind aber wegen der starken Umwandlung in stratigraphischer Beziehung

[1] BRØGGER, Spaltenverwerfungen, Pag. 331.
[2] Do. Do. Pag. 325.
[3] Do. Do. Pag. 394.

von keiner Bedeutung. Ich weise deshalb hier auf BRØGGERS Arbeit hin[1]. Das Streichen ist in diesem Teil wieder mehr nördlich von N 10° W bis N 30° W; das Einfallen 15—30° O 10° N bis O 30° N. Die Richtung der Höhenrücken und des Oberflächenreliefs im Ganzen hat deshalb hier einen mehr N—S-lichen Verlauf. N—S-liche bis NNW-liche Verwerfungen spielen hier eine grosse Rolle und sind von grosser Bedeutung für die orographischen Verhältnisse.

Die Silurschichten sind in allen Teilen dieses Gebietes bei Skien, Porsgrund und Langesund durch den Einfluss des im O. liegenden Augitsyenit mehr oder weniger umgewandelt. Zwischen Porsgrund und Eidangerfjord ist z. B. das Obersilur schon im inneren Teil des Gunneklevfjords so stark umgewandelt, dass genauere faunistische Untersuchungen unmöglich sind. Nur der westlichste Teil bei Porsgrund in einer Breite von ca. 1.5 Km. ist in dieser Beziehung von Bedeutung. Im nördlichen Teil des Gebietes sind die Schichten in Skien und in nächster Nähe der Stadt am wenigsten umgewandelt. Hier finden sich aber auch sehr gute Profile. Auf den meisten anderen Stellen muss man oft günstig ausgewitterte Schichtenflächen zu Hilfe nehmen, um überhaupt eine Idee von der Fauna zu bekommen.

Stratigraphisch-faunistische Beschreibung.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

(DAHLLS Zonen 5 d—e).

Das Untere Llandovery hat in diesem Gebiete fast ganz dieselbe Faciesentwickelung als auf Ringerike. Die folgenden 3 Zonen lassen sich somit auch hier unterscheiden:

6 a. Die Zone mit *Leptocoelia haemisphaerica*, Sow. . . . 7—8 m.
6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, SALT. . . . . ca. 50 m.
6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. . . . . ca. 40 m.

Die Gesamtmächtigkeit der Etage, die DAHLLS Zonen 5 d—e entspricht, wird ca. 100 m.

[1] Siehe speziell Pag. 332.

Bevor ich diese Zonen etwas näher bespreche, muss ich die Begrenzung der Etage erwähnen.

Nach oben ist die wesentlich aus feinem Kalksandstein und Tonschiefer aufgebaute Schichtenfolge des Unteren Llandovery gut abgegrenzt. Die ersten, mit zahllosen Schalen von *Pentamerus oblongus*, Sow. gefüllten, dichtliegenden Kalkschichten (der *Pentamerus*kalk) bilden eine gut markierte Grenzlinie, die ich auch auf meiner Übersichtskarte als die untere Grenze des Oberen Llandovery benutzt habe. Zwischen dem echten *Pentamerus*kalk und der ausgeprägten Zone mit *Rhynchonella 10-plicata* (6 c) liegt aber auch im Skiensgebiete eine wenig mächtige Übergangszone, die faunistisch von grossem Interesse ist (7 a).

Nach unten, nach dem Untersilur zu, ist der Übergang schwieriger festzustellen, indem der oberste Teil des Untersilurs in einer ähnlichen Facies auftritt wie der untere Teil der Etage 6. Hierzu kommt, dass der direkte Übergang sehr selten zu sehen ist.

Um diese Grenze nach dem Untersilur zu festzustellen, was hier von grosser Wichtigkeit ist, muss ich kurz die Abschliessung des Untersilurs erwähnen; sie war bis jetzt wenig bekannt.

Die obersten Zonen des Untersilurs.

Tellef Dahll führt zwei Abteilungen auf, die zwischen seinem Wenstöpkalk (5 a = dem *Isotelus-* und *Gastropoden-*Kalk von Brøgger) und dem mächtigen Kalksandstein (5 d) liegen. Die unterste von diesen (5 b) ist nach Dahll ein 12′ mächtiger Kalksandstein, in welchem er keine Fossilien gefunden hat.

Hierüber folgt ein 20 Fuss mächtiger hellbrauner, etwas krystallinischer Kalkstein (5 c) mit *Orthis porcata*, *Orthis pecten*, *Leptaena sericea* und *Pentamerus laevis*. Diese Abteilung nennt Dahll den ersten *Pentamerus*kalkstein. Brøgger hat diese 2 Abteilungen nicht näher studiert.

Im Jahre 1897 habe ich nachgewiesen[1], dass jedenfalls Dahlls Abteilung 5 c mit der Etage 5 b oder der obersten Abteilung des Untersilurs übereinstimmt, und dass Dahlls *Pentamerus laevis* nichts anders als die hierfür charakteristische *Meristella crassa*, Sow. ist. Als etwas ganz neues habe ich jedoch einen wirklichen *Pentamerus* von diesem Niveau erwähnt, den interessanten *Pentamerus* (*Conchidium*) *Münsteri*, Kiær.

[1] Faunistische Übersicht der Etage 5, Chr. Vid.-Selsk. Skrifter M.-N. Kl. No. 3, Pag. 29.

Damals kannte ich nur das von DAHLL erwähnte Profil zwischen Venstøp und Tufte; ich habe jetzt mehrere andere gesehen und kann einige nicht unwesentliche Mitteilungen in Betreff dieser Zone geben.

Sehr gute Profile durch die obersten Abteilungen des Untersilurs hat man in Skien selbst innerhalb der Stadtgrenze auf der südöstlichen Spitze von Gjemsø und noch besser auf den gegenüberliegenden kleinen Landzungen auf der Westseite des Skienselv und nördlich von dem Hofe Lilleklostret.

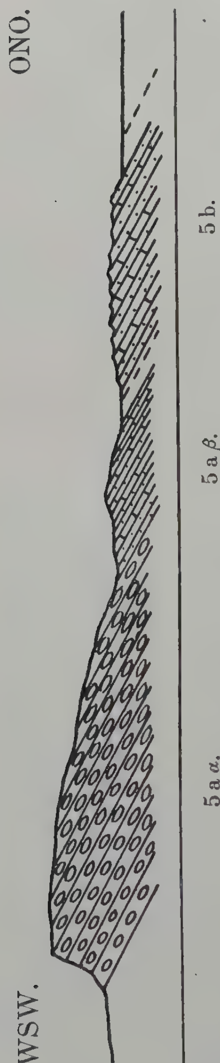


Fig. 64. Profil durch den obersten Teil der Etage 5 bei Lilleklosteret, Skien. 1:1000.

Hier auf der letztgenannten Stelle hat man folgendes Profil (Fig. 64).

Über die charakteristischen knolligen Kalkschichten des *Gastropoden*kalks, die stellenweise reich fossilienführend sind, liegen auf der vorletzten kleinen Landzunge Bänke von Kalksandstein, die mit 4—10 cm. dicken Schichten von grauem, sandigem Kalk wechseln. In den letzteren fand ich eine reiche Fauna; folgende Formen wurden notiert:

Ptychophyllum sp.
Ptilodictya sp.
Orthis porcata, M'COY.
Leptaena sericea, SOW.
Strophomena sp.
Rhynchonella sp.
Dalmanites mucronatus, ANG.
Chasmops sp.
Isotelus cf. *robustus*, F. RÖM.
Flachgedrückte *Gastropoden*.

Bei Graaten fand ich in ähnlichen Schichten (vielleicht etwas höher) *Isotelus* sp., grosse *Gastropoden* (*Murchisonia insignis*, EICHW.) und Abdrücke von rätselhaften, cylindrischen Körpern mit warziger Oberfläche.

Diese Fauna erinnerte sehr an diejenige im obersten Teile der Etage 5 a (4 d δ von BRØGGER) auf den Inseln bei Kristiania[1]. Die Mächtigkeit dieser Schichten wurde zu ca. 10 m.

[1] W. C. BRØGGER, Geologisk kart over øerne ved Kristiania. Nyt Mag. for Nat.-Vid. Bd. XXXI. 2. Pag. 32—33.

angeschlagen. Hierüber folgen nun auf der östlichsten Landzunge dickere und dünnere Bänke von dunkelgrauem Sandstein wechsellagernd mit dicken Bänken von sandigem mit Schiefer gemischtem Kalk, die mit den dicken Schalen von *Meristella crassa,* Sow. angefüllt waren. Mit dieser *Brachiopode* zusammen treten auch *Leptaena sericea,* Sow. und *Strophomena expansa,* Sow. sehr zahlreich auf. Ich fand hier auch eine Kalkschicht mit massenhaften Schalen von dem grossen *Holorhynchus giganteus,* Kiær. Diese durch *Meristella crassa,* Sow. charakterisierten Schichten müssen, wie auch früher von mir angenommen, parallelisiert werden mit dem Kalksandstein bei Kristiania — Etage 5 b — und besitzen in den für sie eigentümlichen *Meristellen* und *Pentameriden* (*Conchidium, Holorhynchus*) eine ausgesprochene Übergangsfauna vom Unter- zum Obersilur. Ihre Mächtigkeit ist wenigstens 15 m., wahrscheinlich etwas mehr.

Der oberste Teil des Untersilurs wird somit aus folgenden Zonen gebildet:

5 b. Dickbänkige Schichten aus Kalksandstein und unreinem Kalk mit *Meristella crassa,* Sow. . . . . ca. 15 m.

5 a β. Schichten aus Kalksandstein und Kalk mit *Orthis porcata,* Sow. . . . . ca. 10 m.

5 a α. Der *Gastropodenkalk.*

Der direkte Übergang von den *Meristella crassa*-Schichten zum Unteren Llandovery ist leider sehr selten blossgelegt. Ich habe ihn nur nördlichst im Gjerpendal — zwischen Stulen und Mo — und südöstlich von Porsgrund in den steilen Felswänden bei Gunneklev gesehen. Auf beiden Stellen sind die Schichten stark umgewandelt. Da nun in 6 a keine hervortretende Faciesveränderung eintritt, ist die Grenze schwierig genau festzustellen.

6 a. Die Zone mit Leptocoelia hemisphaerica, Sow.

Wie auf Ringerike beginnt das Untere Llandovery mit einer verhältnismässig schieferreichen Zone, die bald in den dicken Kalksandstein der Zone 6 b übergeht. Diese Zone ist sehr selten entblösst. Mit vollkommener Sicherheit habe ich sie nur auf den Feldern zwischen Venstøp und Tufte, nördlich von Skien gesehen. Hier sieht man unter den dicken Sandsteinbänken der Zone 6 b eine Schichtenfolge von dünneren Kalksandsteinplatten, zahlreichen Kalkschichten und ziemlich reichlichem Schiefer (Fig. 65, I). In den Kalkschichten fand ich *Leptocoelia hemi-*

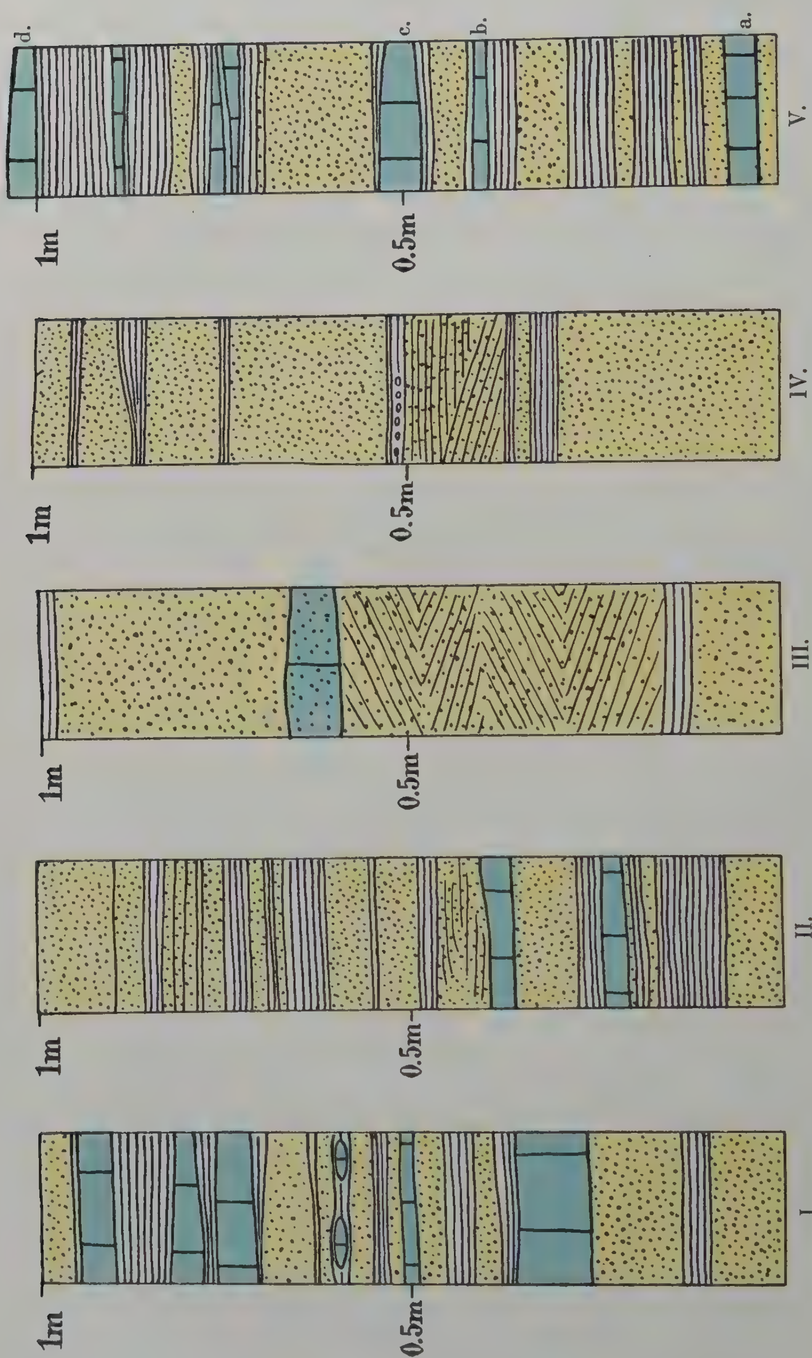


Fig. 65. Beispiele der Schichtenfolge in den Zonen des Unteren Llandovery. Im Masstabe von 1:10.

I. 1 m. der Zone 6 a zwischen Venstøp und Tufte. — II. 1 m. der Zone 6 b, von den untersten entblössten Schichten südlich von Skien auf der Ostseite des Skienselv (beim Silo). — III. 1 m. der Zone 6 b bei Næsplads zwischen Venstøp und Tufte. — IV. 1 m. der Zone 6 b (mittlerer Teil) südlich von Skien (beim Silo). — V. 1 m. der Zone 6 c in Skien, 8—10 m. unterhalb 7 a.
Kalkschichten (blau), Sandstein (gelb) und gewöhnlich sandiger Tonschiefer.

sphaerica, Sow. in schlechter Erhaltung. Die Mächtigkeit dieser Zone habe ich nicht sicher bestimmen können. Wahrscheinlich ist sie weniger mächtig als auf Ringerike. Wenn, wie ich annehme, die untersten Schichten in der mächtigen Steilwand des Escarpments bei Gunneklev (Fig. 63) zu 5 b gehören, beginnt hier das Untere Llandovery mit einer schieferreichen Schichtenfolge, nur ca. 7 m. mächtig, über welcher dickbänkige Kalksandsteine mit dem gewöhnlichen Typus der Zone 6 b liegen. Die Kontaktmetamorphose ist aber hier so stark, dass ich keine bestimmbaren Fossilien finden konnte.

6 b. Die Zone mit Rhynchonella Weaveri, Salt.
(Unterer Teil von Dahlls 5 d).

Der mittlere, aus mächtigen Kalksandsteinbänken bestehende Teil des Unteren Llandovery ist im Gebiete bei Skien und Porsgrund noch mächtiger als auf Ringerike, weil der untere Teil der Zone 6 c auch in derselben Entwickelung auftritt, und scheint im ganzen viel fossilienärmer zu sein.

Nördlich von Skien habe ich diese Zone auf den Feldern zwischen Venstop und Tufte gesehen (Fig. 65, III). Hier geht das alte Profil von Dahll hinüber[1]; in einer früheren Arbeit[2] habe ich dasselbe Profil in grösserem Masstabe wiedergegeben und mit spezieller Rücksicht auf den obersten Teil der Etage 5 behandelt. Der dickbänkige Kalksandstein ist in bedeutender Mächtigkeit bei Næsplads entblösst; das Profil ist aber hier bei weitem nicht vollständig.

Viel besser sind die Profile in dem östlichen Steilufer des Skienselv in der Stadt Skien selbst und weiter gegen Süden; ein Profil hiervon ist schon früher von W. C. Brøgger gegeben[3], um zu zeigen, dass keine Verwerfung den Skienselv entlang angenommen werden kann.

Brøgger berechnet nach diesem Profil, das ich reproduciert habe (Fig. 66), dass Dahlls Zonen 5 b—d hier 91.5 m. (oder vielleicht ca. 95 m.) mächtig sind.

Wenn man nun, wie früher auseinandergesetzt, 5 a β und 5 b zu ca. 25 m. anschlägt, sollte damit das Untere Llandovery unterhalb Dahlls Zone 5 e ca. 70 m. mächtig sein. Von dieser Schichtenfolge gehören die unteren vielleicht 7—8 m. zu der Zone 6 a und die obersten ca. 15 m. zu der Zone 6 c; die eigentliche Zone 6 b sollte hiernach

1 Ueber die Geologie des südl. Norwegens, Pl. IV, Profil No. 1.
2 Faunist. Übersicht der Etage 5, Fig. 7, Pag. 31 (Vid.-Selsk. Skrifter. M.-N. Kl. 1897. No. 3).
3 Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien. Fig. 24, Pag. 348.

hier ca. 47—48 m., oder, da der Kalksandstein weiter im Norden vielleicht noch etwas mächtiger ist, ca. 50 m. mächtig sein. Dass diese Mächtigkeitsbestimmung ungefähr richtig ist, scheint im Vergleich mit Ringerike, wo die Entwickelung ähnlich ist, sehr wahrscheinlich.

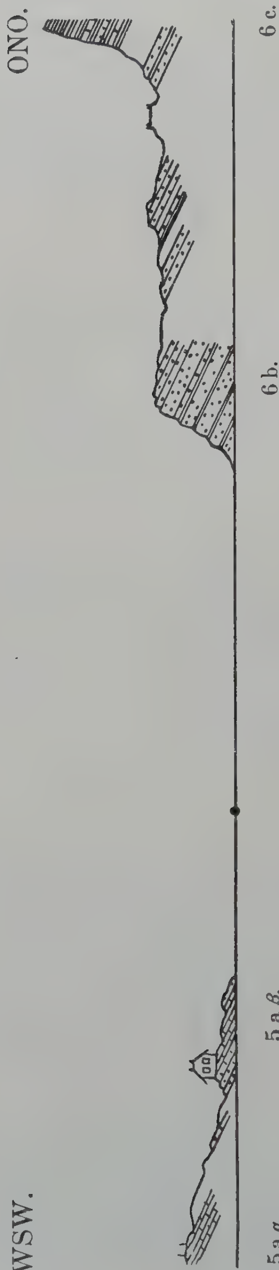


Fig. 66. Profil über Skienselv bei Graaten. Im Massstab von 1 : 1270.
Nach Brøgger, Spaltenverwerfungen, Pag. 348.

Die Voraussetzung für diese Berechnung ist wie gesagt, dass keine Verwerfungen entweder im Skienselv oder weiter im N. zwischen Venstøp und Tufte verlaufen. Dies kann meiner Meinung nach nicht mit voller Sicherheit entschieden werden.

In diesen Profilen erscheint die Zone 6 b als ein grauer, sehr dickbänkiger feiner Kalksandstein, scheinbar ohne Fossilien (Fig. 65, IV und 67). Ab und zu kommen Schichten mit feinen Schiefern und schieferbelegten Platten oft mit schönen verzweigten Spuren vor. Oberhalb Graaten und weiter im Süden sieht man allerunterst Schichten mit dünneren Kalksandsteinplatten, reichlicherem Schiefer und einzelnen Kalkschichten (Fig. 65, II); in diesen letzten fand ich in schlechter Erhaltung die folgenden Fossilien:

Orthis Salteri, Dav. (?).
Strophomena expansa, Sow.
Rhynchonella Weaveri, Salt. (?).
Phacops elliptifrons, Esm.

Noch besser ist die Zone bei Gunneklevfjord südlich von Porsgrund zu studieren. Die prachtvoll hervortretende Steilwand des Llandovery-Escarpments bei Gunneklev (Fig. 63) und weiter im SO. wird hauptsächlich aus den dickbänkigen Schichten dieser Zone gebildet (Fig. 67). Die Schichten sind hier stark umgewandelt; ich habe aber hier

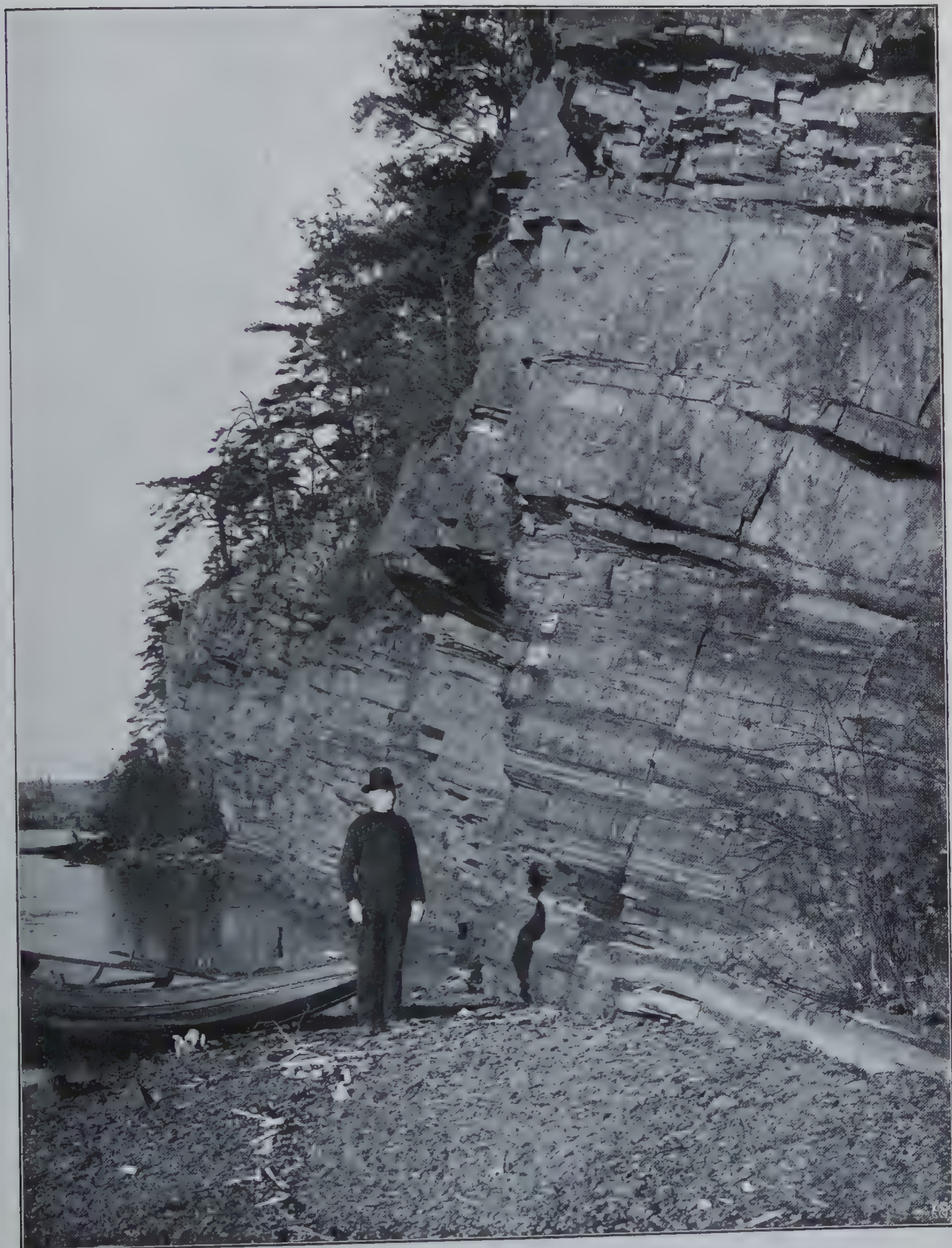


Fig. 67. Dicke Kalksandsteinbänke der Zone 6 b in dem Ostufer der Skienselv oberhalb Graaten.
Im Hintergrunde sieht man die Kirchtürme von Skien.
Nach einer Photographie des Verfassers.

Schichten gefunden mit zahlreichen Exemplaren von *Rhynchonella Weaveri*, Salt.

Noch deutlicher und weniger umgewandelt sind dieselben Schichten auf der kleinen Halbinsel bei Øienkastet entblösst. Hier finden sich auch sehr dickbänkige (bis 1 m.) Kalksandsteine in einer Mächtigkeit von 10 12 m., zwischen denen ich kalkreichere Schichten mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. und *Strophomena expansa*, Sow. gefunden habe. Im obersten Teil fand ich fossilienreiche Kalkschichten mit einer korallenreichen Fauna. Die Erhaltung ist auch hier schlecht, aber doch viel besser als bei Gunneklev. Die folgenden Formen wurden bestimmt:

Stromatopora sp. Grosse Stöcke. Allg.
Halysites sp.
Favosites Gotlandicus, L. (?). Allg.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Ptychophyllum sp. Sehr allg.
Orthis cf.
Strophomena expansa, Sow. Teilweise in Mengen.
Phacops elliptifrons, Esm.
Leperditia sp. Grosse Form, leider nicht in vollständigen Exemplaren. Nicht selten.
Beyrichia sp. } Sehr allg. in einzelnen Schichten.
Primitia sp. }

Diese Korallen- und *Ostracoden*-Fauna ist interessant, weil eine in dieser Weise zusammengesetzte Fauna nicht anderswo in dieser Zone auftritt. Leider gelang es mir nicht so gute Exemplare von der grossen *Leperditia* zu bekommen, dass eine sichere Bestimmung möglich ist. Sie steht aber jedenfalls der *Lep. Hisingeri*, F. Schm. nahe.

Wie man sieht bildet die Zone 6 b eine ca. 50 m. (?) mächtige Schichtenfolge von gewöhnlich sehr dickbänkigen, fossilienleeren Kalksandsteinen, zwischen denen ab und zu kalkreichere Schichten mit einer gewöhnlich sehr artenarmen *Brachiopoden*-Fauna auftreten. Die leitenden Formen sind *Strophomena expansa*, Sow. und *Rhynchonella Weaveri*, Salt. Im oberen Teile finden sich zahlreichere Kalkschichten, die oft fossilienreicher sind und stellenweise (Øienkastet) eine reiche Korallen- und *Ostracoden*-Fauna enthalten. Im ganzen ist jedoch diese Zone viel fossilienärmer als auf Ringerike, womit sie sonst übereinstimmt.

6 c. Die Zone mit Rhynchonella 10-plicata, Sow.

(Oberer Teil von DAHLLS 5 d und unterer Teil von 5 e).

Der oberste Teil des Unteren Llandovery wird von DAHLLS Zone 5e gebildet, die von BRØGGER als 6 a, Schiefer mit *Phacops elliptifrons*, ESM., bezeichnet wird. Die Schichtenfolge besteht aus dünnen Kalksandsteinplatten, zahlreichen Kalkschichten und reichlichem graugrünem Tonschiefer (Fig. 65, V) und ist ca. 25 m. mächtig. Nach oben geht sie allmählich in die Zone 7 a über, die zu dem *Pentamerus*kalke hinüberleitet. Zwischen dieser leicht erkennbaren Schichtenfolge, die auf unzähligen Stellen unterst im Llandovery-Escarpment entblösst ist, und der Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, SALT. liegt eine jedenfalls 15 m. mächtige Schichtenfolge mit ausserordentlich dicken Kalksandsteinbänken, die faunistisch eher zu 6 c als zu 6 b gerechnet werden muss. Die Zone 6 c wird somit in diesem Gebiete ca. 40 m. mächtig.

Der untere dickbänkige Teil der Zone **6 c** ist prachtvoll bei Gunneklevfjord, gleich nördlich von Øienkastet zu sehen (Fig. 68). Die bis über 3 m. mächtigen Bänke aus feinem, grauem Kalksandstein treten in der Steilwand des Ufers sehr schön hervor und werden von dünneren Kalksandsteinplatten und sparsam auftretendem Schiefer geschieden (Fig. 69). Die dicken Bänke sind nicht ganz regelmässig, indem sie sich in dünnere auflösen können. Dünne Kalkschichten sind sehr sparsam und enthalten die folgende Fauna:

Helopora sp. Sehr allg.
Ptilodictya sp.
Orthis sp. Allg.
Strophomena expansa, Sow. Allg.
Atrypa reticularis, L. Nicht allg.
Phacops elliptifrons, ESM.
Tentaculites anglicus, SALT. Selten.

Wie man sieht ganz dieselbe Fauna, die man auf Ringerike im unteren Teil der Zone 6 c findet. Dieselben Schichten können auch am Fahrwege oberhalb Øienkastet gesehen werden.

Im unteren Teil der dünnplattigen und schieferreichen Schichtenfolge der Zone 6 c ist die Fauna wenig verändert. Die Kalkplatten enthalten hier gewöhnlich Mengen von der schönen *Strophomena expansa*, Sow. und den feinen Stämmchen einer *Helopora*. Erst ca. 15 m. hinauf habe ich *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. gefunden; sie tritt oft zahlreich auf zusammen mit *Atrypa reticularis*, L. Wie man sieht ganz wie auf Ringerike. Ein Unterschied von der Entwickelung auf Ringerike



Fig. 68. Der Llandovery-Escarpment bei Øienkastet, Gunneklevfjord. Unterst der untere dickbänkige Teil der Zone 6 c; bei *a* beginnt der obere Teil mit dünnen Schichten.

Nach einer Photographie des Verfassers.

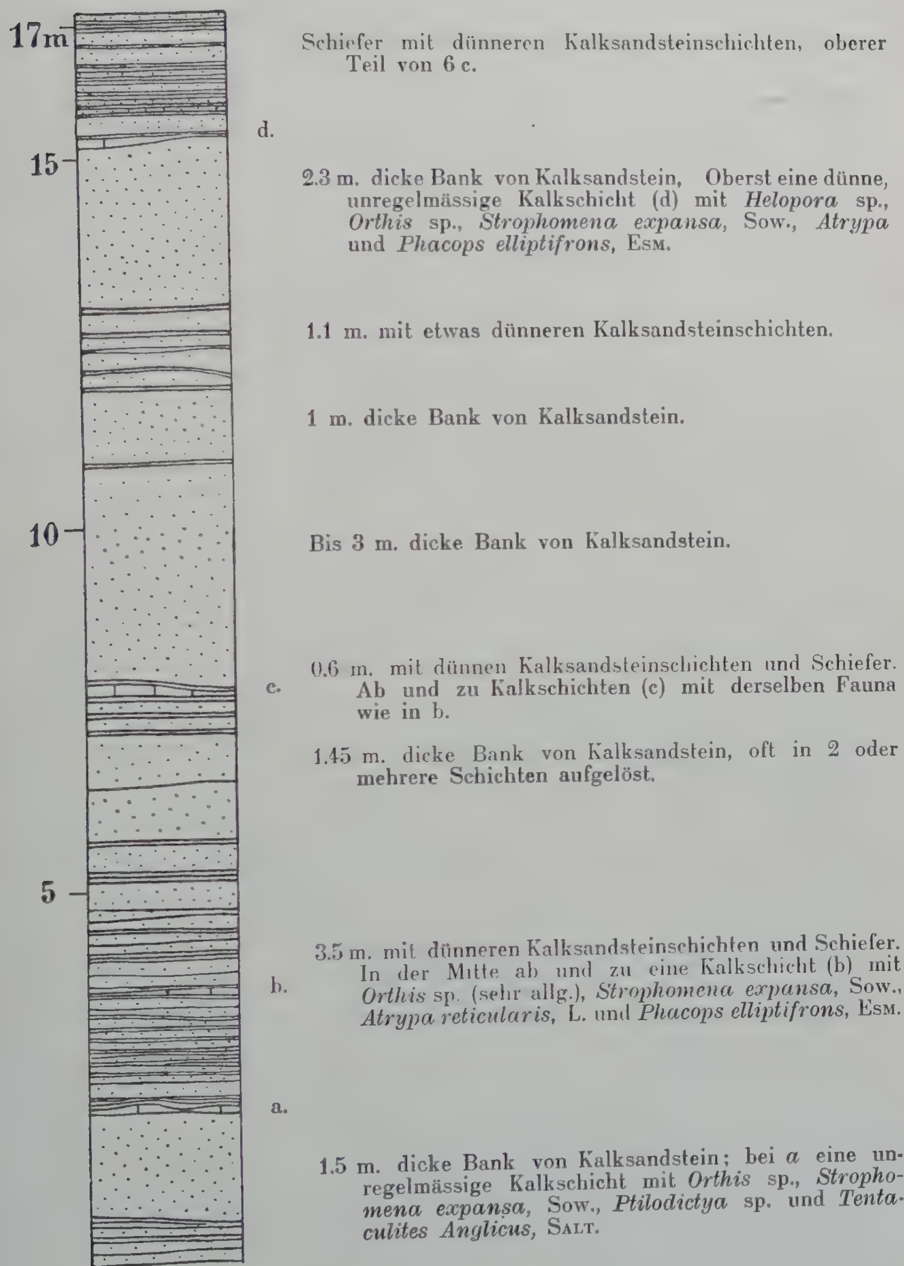


Fig. 69. Profil durch den unteren, dickbänkigen Teil der Zone 6 c in der Steilwand, gleich nördlich von Øienkastet, Gunneklevfjord.

Im Massstab von 1 : 100.

zeigt sich darin, dass *Meristella* sp., die auf Ringerike erst in 7 a auftritt, hier bei Skien und Porsgrund oft reiche Formationen in den obersten 8—10 m. der Zone 6 c bilden. So fand ich bei Gutuskottet in Skien 8—10 m. unterhalb 7 a diejenige Schichtenfolge, die in Fig. 65, V, dargestellt ist. Die Kalkschichten waren hier sehr fossilienreich; in *a* fand ich Mengen von *Strophomena expansa*, Sow. mit einzelnen Exemplaren von *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. und *Meristella* sp. In *b* Mengen von *Meristella* sp. *c* enthielt Mengen von *Atrypa reticularis*, L. und sparsamer *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. und *Helopora* sp. Schicht *d* ist ein *Heloporen*-Kalk mit vielen *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. und *Orthis* sp. Ich führe dies hier an, um zu zeigen, wie die Fauna hier allgemein auftritt. Zusammen mit *Strophomena expansa*, Sow. kommt auch *Strophomena* cf. *filosa*, Sow. in dieser Zone vor, weiter kleine *Gastropoden*, wovon ich *Cyclonema delicatulum*, Ldm. bestimmt habe.

Die Faciesentwickelung und Verbreitung des Unteren Llandovery.

Die Faciesentwickelung stimmt wie gesagt sehr gut mit derjenigen auf Ringerike überein. Nur ist die Zone 6 b durchgehends noch dickbänkiger und fossilienärmer, und die mächtige Entwickelung von Kalksandsteinbänken setzt sich noch im unteren Teil von 6 c fort.

Die Verbreitung des Unteren Llandovery ist leicht auf der Übersichtskarte zu sehen; jedoch muss hervorgehoben werden, dass auf dieser der obere Teil der Etage 5, der auch als Kalksandstein entwickelt ist, mit den Zonen 6 a—b zusammengeschlagen ist.

Im südlichen Teile zwischen Porsgrund und Eidangerfjord bildet das Untere Llandovery (besonders sein unterer Teil) eine imponierende, von Verwerfungen zerteilte Steilwand des hier laufenden Llandovery-Escarpments, die ausserordentlich schön in der Landschaft hervortritt und in fast gerader Linie sich von der NO-Seite des Gunneklevfjord bis Skjelsvik erstreckt. Sie bildet die schroffe NO-Seite der Depression, die von Gunneklevfjord sich in SO-licher Richtung fortsetzt und in dem östlichen Teil des Verwerfungstales zwischen Versvik und Skjelsvik hinüberführt. Hier läuft nach Brøgger wahrscheinlich eine Verwerfung (Gunneklevfjord—Versviktal). In Folge der mächtigen Verwerfung (Versvik—Skjelsvik) tritt ein neuer Zug von der Etage 6 weiter im S. auf, wo er in ganz derselben Weise wie vorher eine Reihe von gegen SW. schroffen Höhenzüge bildet.

Bei Porsgrund wird bekanntlich das Silur durch eine mächtige Verwerfung abgeschnitten; erst ca. 3 Km. weiter im NO. treffen wir das Untere Llandovery auf der SW-Seite von Borgeaasen wieder. Von hier ab kann man seine Schichten — wie es auch mit den anderen Etagen der Fall ist — durch das ganze Skien- und Gjerpen-Tal als einen langen, schmalen Streifen verfolgen. Hier wird der untere Teil des Llandovery-Escarpments gewöhnlich vom oberen Teil — 6 c — gebildet, während der untere Teil der Etage als ein Längental ausgegraben und fast überall von mächtigen, losen Ablagerungen überdeckt ist. Nur auf einzelnen Stellen tritt hier der untere Teil der Etage hervor, besonders gut in Skien von der Eisenbahnstation und weiter nach Süden dem steilen Ufer entlang.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

(Dahlls Zonen 6 a—7 a).

Die Faciesentwickelung des Oberen Llandovery hat grosse Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike, zeigt aber einige Eigentümlichkeiten, die wir nicht in anderen Gebieten wiederfinden. Die folgenden Zonen können hier unterschieden werden:

7 a. Die Zone mit *Meristella* sp., oberst mit *Pentamerus borealis*, Eichw. ca. 10 m.

7 b. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. (*Forma typica*) oder der untere *Pentamerus*kalk . . . . ca. 80 m.

7 c α. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*-Schiefer und ganz feinknolligen Kalkschichten . . . . ca. 10 m.

7 c β-γ. Die Zone mit knolligem Kalke, teilweise reich an *Stricklandinia lirata*, Sow. und *Pentamerus oblongus*, Sow. Mut. *Gotlandicus*, Leb. oder der obere *Pentamerus*kalk . . . . . 25–30 m.

Das Obere Llandovery bildet hier wie in den übrigen Gebieten eine mächtige, kalkreiche Schichtenfolge, deren Hauptglieder, die Zonen 7 b—7 c β, sehr leicht kenntlich sind. Die unterste Zone bildet in faunistischer wie in sedimentärer Hinsicht einen allmählichen Übergang vom Unteren zum Oberen Llandovery, hat aber so viele Eigentümlichkeiten, dass die untere Begrenzung der Etage doch ganz gut ist. Viel schwieriger ist die obere Grenze zu bestimmen; der obere *Pentamerus*kalk (7 c β) geht ganz allmählich in den *Cyrtia exporrecta*-Schiefer (8 a) über, und da die Übergangsschichten sehr fossilienarm sind, lässt sich hier keine sichere Grenze bestimmen. Dieser Übergang vom Llandovery zum Wenlock ist hier ganz derselbe wie auf den Inseln bei Holmestrand.

7 a. **Die Zone mit Meristella sp., oberst mit Pentamerus borealis, Eichw.**

(Oberer Teil von Dahlls 5 e).

Die Faciesentwickelung ist speziell hier sehr ähnlich derjenigen auf Ringerike, die früher ausführlich geschildert wurde. Die Schichtenfolge besteht aus schwachknolligen Kalkschichten, graugrünem Schiefer und einzelnen Kalksandsteinplatten. Die Kalkschichten enthalten hier wie auf Ringerike zahlreiche kleine, rötlich gefärbte *Crinoiden*stielglieder. Kalkschichten mit dieser Eigentümlichkeit habe ich in einem guten Schnitte in der Stadt Skien bis 7 m. unter den ersten *Pentamerus*-reichen Kalkschichten gefunden. Die untersten *Pentamerus*-reichen Schichten enthalten nicht die eigentümlich dickschalige Varietät von *Pentamerus borealis,* Eichw., die auf Ringerike in so mächtigen Formationen auftritt, sondern kleine, breite, mehr dünnschalige Formen, die jedoch die Septalcharaktere des *Pentamerus borealis* besitzen. Nach oben geht diese Mutation allmählich in den typischen *Pentamerus oblongus,* Sow. über.

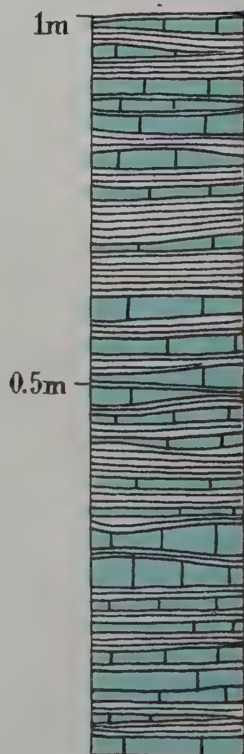


Fig. 70. Beispiel der Schichtenfolge in der Zone 7 a, 2—3 m. unterhalb der reichen *Pentamerus*schichten. 1 : 10. In Skien, nördlich von „Skottet". Kalkschichten (blau) und Schiefer.

Unter diesen dichtliegenden Schichten, die mit *Pentamerus*-Schalen erfüllt sind, kommen nun einzelne Exemplare des dickschaligen *Pentamerus borealis,* Eichw. vor. Ich habe sie bis ca. 4 m. hinab gefunden.

Die mächtigen Formationen des dickschaligen *Pentamerus borealis,* Eichw., die auf Ringerike so hervortretend sind, kommen somit hier nicht vor. Die vereinzelt auftretenden Exemplare zeigen jedoch, dass ihr Platz hier im oberen Teil der Zone 7 a ist. In dieser Zone habe ich nicht viele Fossilien gefunden. Einzelne Kalkschichten sind sehr reich an einer *Zaphrentis-* oder *Ptychophyllum*-Form, die hier fast formationsbildend auftritt. Sonst kommen folgende Formen allgemeiner vor:

Propora compacta, Bill.

Atrypa reticularis, L.

Meristella sp. Dieselbe wie auf Ringerike; sie ist hier in diesem Gebiete zahlreicher im obersten Teil der Zone 6 c.

Stricklandinia lens, Sow. Mut. Kleinere Exemplare kommen nicht selten vor.

Pentamerus borealis, Eichw. Die dickschalige Varietät kommt vereinzelt im oberen Teil vor.

Phacops elliptifrons, Esm.

Encrinurus punctatus, Brünn.

Diese Zone ist am besten in Skien, wo zahlreiche gute Profile besonders in der Nähe von Søndre Klev zu finden sind, und im SW-lichsten Teil von Porsgrund in der Nähe von Kultangen zu studieren.

7 b. Die Zone mit Pentamerus oblongus, Sow. (Forma typica) oder der untere Pentameruskalk.

(6 a von T. Dahll).

Diese Zone, die den eigentlichen *Pentamerus*kalk einfasst, bildet eine sehr mächtige und einförmige Schichtenfolge von mehr oder weniger knolligen Kalkschichten aus grauem Kalk mit mehr oder weniger sparsamem, graugrünem Schiefer. Selten kommen dünne Schieferzonen vor. Der untere Teil hat durchgehends dünnere Kalkschichten als der obere. Die Mächtigkeit wird von T. Dahll zu 300 Fuss (= ca. 94 m.) berechnet; nach den Profilen in Skien zu urteilen, beträgt sie jedoch kaum mehr als 80 m.

Eine Zweiteilung wie in den Gebieten auf Ringerike und auf Malmø kann hier nicht durchgeführt werden; ich habe jedenfalls keine Profile gesehen, in denen der obere Teil in ähnlicher Entwickelung als 7 b β in den genannten Gebieten vorkommt. Ich muss aber hervorheben, dass ich die Übergangsschichten zwischen 7 b und 7 c α nicht gut entblösst gefunden habe. Am besten habe ich sie gleich südlich von Skien gesehen (Fig. 71). Hier liegen zwischen dem eigentlichen *Pentamerus*kalk und der Zone 7 c α schwach knollige Schichten aus dunklem Kalk mit *Halysites* und *Alveolites*. Ob diese Schichten zu 7 b oder 7 c α zu stellen sind, kann vorläufig nicht bestimmt werden.

Die besten Lokalitäten für diese Zone sind gleich südlich von Skien, teilweise auch im südlichen Teil der Stadt, und im SW-lichen Teil von Porsgrund. Die Schichten sind gewöhnlich fossilienreich, aber die Umwandlung macht ein genaues faunistisches Studium schwierig. Faunistisch steht die Entwickelung derjenigen auf Ringerike am nächsten; Korallen sind aber viel häufiger auch im unteren Teil der Schichtenfolge und spielen oft eine sehr hervorragende Rolle. *Pentamerus*

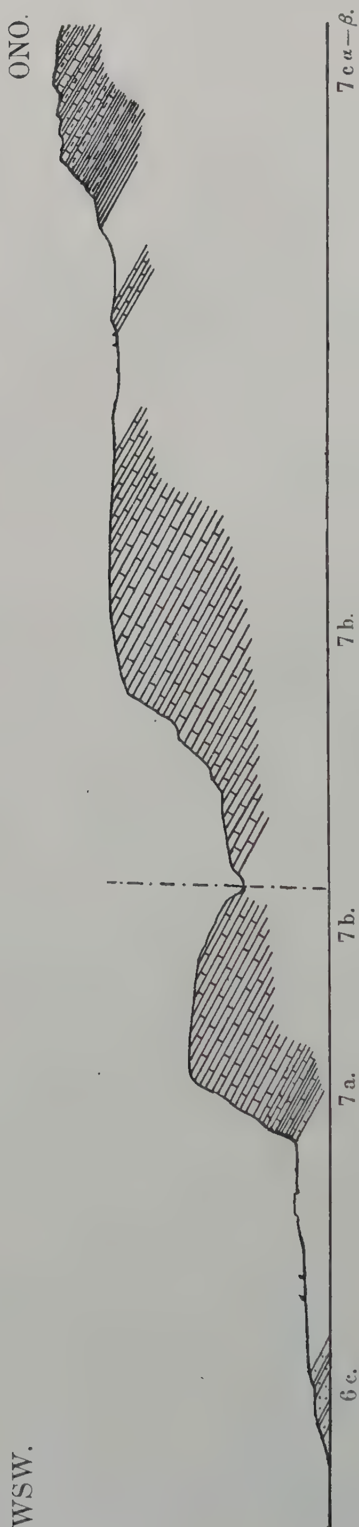


Fig. 71. Profil durch die Zonen 7 a—c gleich südlich von Skien.

oblongus, Sow. kommt teilweise massenhaft vor; ganz formationsbildend tritt er in dem unteren, dünnschichtigen Teil auf, hier meistens in kleineren Exemplaren, die Übergangsformen zwischen *Pentamerus borealis*, Eichw. und *Pentamerus oblongus*, Sow. (*Forma typica*) darzustellen scheinen. Höher hinauf findet diese letztere sich ein, oft in grossen Exemplaren.

In Mengen treten im mittleren und oberen Teil *Crinoiden*stielglieder auf; sie sind oft gross und gehören teilweise wahrscheinlich derselben *Crotalocrinus*form an, die auf Ringerike in 7 c α vorkommt. Korallen sind oft allgemein, lassen sich aber schwierig bestimmen. Verschiedene *Favosites*- und *Propora*-Arten und *Halysites macropora*, Eichw. sind allgemein.

Sonst habe ich nur wenige Fossilien in dieser mächtigen Zone gefunden. Ich kann *Atrypa reticularis*, L. nennen, die ganz allgemein ist, und mehrere *Strophomenen*, von denen eine möglicherweise *Strophomena semiglobosa*, Dav. ist. Ich zweifle aber nicht, dass genauere Untersuchungen auf günstigen Stellen viele andere Formen zu Tage fördern werden.

7 c α. Die Zone mit Stricklandinia lirata-Schiefer und ganz feinknolligen Kalkschichten.

(6 b von T. Dahll).

Interessanter als die einförmige Schichtenfolge des *Pentamerus*-kalkes ist die nächst höhere, schieferreiche Zone, die einzelne nur in diesem Gebiete vorkommende Eigentümlichkeiten zeigt. Sie besteht aus ganz feinknolligen Kalkschichten mit ziemlich reichlichem, graugrünem Schiefer, die mit reinen Schieferzonen wechseln. Fig. 72 gibt ein Beispiel der Schichtenfolge. Die Fauna in diesen Schichten, die eine Mächtigkeit von ca. 10 m. haben, ist interessant. Ich kann folgende Formen anführen:

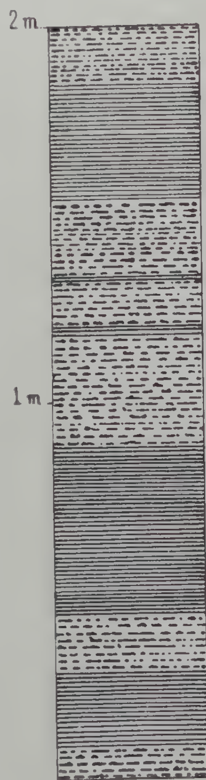


Fig. 72. Beispiel der Schichtenfolge in der Zone 7 c α. 1 : 20.

Halysites sp. Flachgedrückte Fragmente.
Favosites (?) *Foughti*, Edw. & H.
Alveolites sp. Flache Kolonien, allg.
Zaphrentis sp.
Cyathophylloides sp.
Cyathophyllum sp.
Die letzten zwei kleinen koloniebildenden Formen, die auf Ringerike in 7 c α auftreten, finden sich hier in ganz derselben Weise.
Pholidophyllum sp.
Spirorbis sp. Auf *Alveolites*-Kolonien, allg.
Atrypa reticularis, L. Sehr allg.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Barrandella sp.
Stricklandinia lirata, Sow. Flachgedrückte Exemplare, allg.
Pentamerus oblongus, Sow. Mut. *Gotlandicus*, Leb. Sehr allgemein in flachgedrückten Exemplaren.

Die Fossilien finden sich in dieser Zone gewöhnlich als Abdrücke, die nicht immer eine sichere Bestimmung erlauben. Die Faciesentwickelung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Facies in derselben Zone sowohl auf Ringerike als im Malmøgebiete; die eigentümlichen formationsbildenden *Cyathophylloides*- und *Cyathophyllum*-Formen, die ich von Ringerike beschrieben habe, treten auch hier auf, zusammen mit den feinen Kalkknollen des Malmøgebietes. Die *Crotalocrinus*-Stiele,

die so überaus charakteristisch für die beiden anderen Gebiete sind, finden sich aber nicht; dagegen treten *Stricklandinia lirata,* Sow. und Mut. *Gotlandicus,* Leb. von *Pentamerus oblongus,* Sow., die sonst nur in der nächsten Zone auftreten, zahlreich auf. Ihre flachgedrückten Schalen liegen oft in Mengen auf den Schieferflächen. Man kann somit hier von *Stricklandinia*-Schiefer sprechen.

Diese Zone ist besonders gut oberhalb Søndre Klev in Skien und weiter im S. von der Stadt zu sehen.

7 c β—γ. Die Zone mit dem knolligen Kalke, teilweise reich an Stricklandinia lirata, Sow. und Pentamerus oblongus, Sow. Mut. Gotlandicus, Leb. oder der obere Pentameruskalk.

(7 a von T. Dahll).

Die schieferreiche Zone 7 c α geht nach oben in einen Kalk mit dichtliegenden, mehr oder weniger knolligen Kalkschichten (ca. 50 auf 1 m.) über; der Schiefer ist gewöhnlich spärlich, meist nur als Schieferfetzen, vorhanden. Am besten ist diese Schichtenfolge in den Kalkbrüchen bei Lagmandsgaarden in Skien zu studieren, wo sie ca. 25 m. mächtig ist (Fig. 73). Auch oberhalb Søndre Klev ist sie bei der Ziegelei teilweise gut entblösst. Die Schichten sind oft ganz fossilienreich. Korallen sind häufig. Ich kann hiervon folgende anführen:

Halysites cf. *catenularius,* L.
Favosites Gotlandicus, L. Allg.
Alveolites sp. Grosse Kolonien. Allg., besonders unten.
Heliolites decipiens, m'Coy. Allg.
Ptychophyllum patellatum, Schl.
Palaeocyclus porpita, L. Im oberen Teil.
Orthis sp. Allg.
Orthis rustica, L.
Leptaena transversalis, Dalm.
Atrypa reticularis, L.
Stricklandinia lirata, Sow. Allg.
Pentamerus oblongus, Sow. Mut. *Gotlandicus,* Leb. Allg., teilweise sehr allg.
Illaenus cf. *Brøggeri,* Kiær (nov. sp.).
Encrinurus punctatus, Brünn.
Phragmoceras sp.

Von besonderem Interesse ist das häufige Vorkommen von *Stricklandinia lirata*, Sow. und *Pent. oblongus*, Sow. Mut. *Gotlandicus*, Leb. Die Faciesentwickelung hat Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike, ist aber nicht so korallenreich. Der Fossilienreichtum ist in dieser Zone im Skiensgebiet ziemlich wechselnd.

Wie das Profil in den Kalkbrüchen bei Lagmandsgaarden zeigt, wird dieser Kalk höher hinauf wieder mehr und mehr schieferreich (ca. 25 Kalkschichten von 1—4 cm. Dicke in 1 m.) und das Obere Llandovery geht in dieser Weise allmählich in den typischen Wenlockschiefer (8 a) über. Diese Übergangsabteilung, die wohl der Zone 7 c γ auf Ringerike entspricht, ist sehr fossilienarm und wahrscheinlich ca. 10 m. mächtig. Eine bestimmte Grenze kann jedoch nach oben nicht gesetzt werden. Die Schichtenfolge von 7 c β—γ wird somit ca. 35 m. mächtig.

Die besten Schnitte durch 7 c finden sich in Skien und südlich von Skien bis zu dem Wege von Bøle nach Ballestad. Auch nördlich von Skien ist dieser obere Teil der Etage auf vielen Stellen mehr oder weniger entblösst, z. B. bei Putten zwischen Tufte und Berg. Auch auf Borgeaas nördlich von Porsgrund ist er sehr gut entblösst (besonders 7 c α). 7 c β—γ ist im südlichen Teil von Porsgrund gut zu studieren, und die Schichten sind hier weniger stark umgewandelt als weiter im SO., so dass strati graphische Studien sich mit Vorteil anstellen lassen. 7 c α ist hier bei Sundjordet deutlich zu sehen und 7 c β noch besser in mehreren Kalkbrüchen zwischen Sundjordet und dem neuen Frednæs entblösst und teilweise fossilienreich. Wahrscheinlich ist die Schichtenfolge hier durch Verwerfungen wiederholt.

Die Faciesentwickelung des Oberen Llandovery.

Wie die Beschreibung der einzelnen Zonen zeigt, ist die Faciesentwickelung durchgehend derjenigen auf Ringerike sehr ähnlich. Jedoch treten einzelne Unterschiede deutlich hervor. In *7 a* sind die Bänke der dickschaligen Form von *Pentamerus borealis*, Eichw., die auf Ringerike so überaus charakteristisch sind, nicht entwickelt. Vereinzelte Exemplare von dieser treten auf, aber die ersten reichen *Pentamerus*-Bänke enthalten eine kleine Übergangsform zwischen *P. borealis*, Eichw. und *P. oblongus*, Sow., die sich auf Ringerike gleich oberhalb der dickschaligen *Borealis*-Bänke befindet. Die *Zone 7 b* ist viel einförmiger als auf Ringerike, massivere Kalkbänke sind nicht im mittleren Teil entwickelt und ein oberer, schieferreicherer Teil lässt sich nicht unterscheiden. Anklänge an die Faciesentwickelung im Malmøgebiete

sind hier bemerkbar. In 7 c ist die Schichtenfolge viel einförmiger als auf Ringerike, womit sie doch grosse Übereinstimmung zeigt. Rote Schieferzonen fehlen vollständig. 7 c α hat eine petrographische Entwickelung, die stark an den *Crotalocrinus*schiefer im Malmøgebiet erinnert, aber *Crotalocrinus* fehlt; an seiner Stelle tritt eine Fauna auf, die in einigen Beziehungen (Korallen) mit der Fauna in 7 c α auf Ringerike übereinstimmt, aber durch das zahlreiche Auftreten von *Stricklandinia lirata,* Sow., der letzten Mutation von *Pentamerus oblongus,* Sow. ein ganz eigenartiges Gepräge bekommt, das man in anderen Gebieten nicht wiederfindet. Dagegen ist die faunistische und facielle Entwickelung der Zone 7 c β ungefähr dieselbe wie auf Ringerike: ein oberer, oft korallenreicher *Pentamerus*kalk mit *Stricklandinia lirata,* Sow. In 7 c γ ist der Unterschied grösser; ja diese Zone lässt sich sogar nicht mit Sicherheit ausscheiden; wahrscheinlich ist sie durch Kalkschichten mit reichlichem Schiefer repräsentiert, die zwischen der typischen 7 c β und 8 a liegen und eine sehr arme Fauna besitzen. Obwohl somit mehrere Unterschiede in der Faciesentwickelung zwischen den Gebieten auf Ringerike und bei Skien existieren, muss die Faciesentwickelung dennoch wie im Unteren Llandovery als eine westliche bezeichnet werden.

Während die Mächtigkeit der ganzen Etage fast dieselbe ist als auf Ringerike (ca. 135 m.), ist die Mächtigkeit des unteren (7 a—b) und oberen (7 c) Teils sehr verschieden:

	Ringerike:	Skien:
7 a—b:	52 m.	90 m.
7 c:	80 m.	45 m.

Dieses eigentümliche Verhältnis ist möglicherweise so zu deuten, dass in Wirklichkeit 7 c α auf Ringerike (der untere rote *Crotalocrinus*schiefer) mit dem oberen Teil der Zone 7 b bei Skien gleichalterig ist, dass mit anderen Worten die Bildung von *Pentamerus*kalk im Skiensgebiete viel länger gedauert hat als auf Ringerike. Hierauf komme ich im allgemeinen Teil noch näher zurück.

Das Auftreten des Oberen Llandovery.

Nördlich von Porsgrund ist die untere Grenze des Oberen Llandovery gewöhnlich scharf markiert, indem der Steilabhang des Llandovery-Escarpments gewöhnlich von den Zonen 6 c—7 b gebildet wird. Auf einigen Stellen sind aber die durch Querverwerfungen aufgeteilten Stücke

so tief eingesunken, dass der untere Teil des Oberen Llandovery von losen Ablagerungen überdeckt ist. Sehr schön ist dies, wie meine Karte zeigt, in Skien zu sehen. Oberhalb des Escarpments bildet die mächtige Schichtenfolge des unteren *Pentamerus*kalks eine mehr oder weniger flache Stufe, die wieder von der kleinen Escarpmentbildung des oberen *Pentamerus*kalks begrenzt wird: dieser neue Höhenrücken, der jedoch nicht überall deutlich hervortritt, ist natürlich in der leichten Erosion der schieferreichen Zone 7 c α begründet. Die obere Grenze der Etage ist überall überdeckt, indem der oberste schieferreiche Teil und die Schieferzonen 8 a—b gewöhnlich eine seichte, angebaute Niederung bilden. Die Detailkarten Fig. 61 und 62 zeigen das allgemeine Auftreten des Oberen Llandovery in diesem nördlichen Teil des Gebiets. Die besten Profile befinden sich hier in und gleich südlich von Skien, aber sehr deutlich kann die Etage auf der ganzen Strecke von Borgeaas bei Porsgrund über Skien bis zu dem nördlichsten Teil des Gebietes verfolgt werden.

Südlich von Porsgrund ist das Auftreten ein bischen anders; in dem Escarpment von Gunneklev nach Skjelsvik liegt der *Pentamerus*kalk gewöhnlich weiter zurück, indem hier der untere Teil des Unteren Llandovery einen wesentlichen Anteil an dem Escarpment nimmt. Die stratigraphisch wichtigen Profile befinden sich hier im südlichen Teil von Porsgrund. Die Schichten sind hier weniger umgewandelt als weiter im SO. und sind in zahlreichen kleinen Brüchen, wo der Kalk für Grundmauern ausgesprengt ist, gut aufgeschlossen. Versucht man hier in Porsgrund, wo die Grenzen der Zonen gut zu sehen sind, die Mächtigkeit zu bestimmen, bekommt man grössere Masse als bei Skien; ich nehme deshalb an, dass hier mehrere Verwerfungen vorkommen.

Nach Brøgger kommt das Obere Llandovery auch weit im Süden, auf Gjeterø ausserhalb Langesund, vor; die Schichten sind hier sehr stark umgewandelt.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

(Dahlls Zonen 7 b—8 b).

Das Wenlock bildet eine 80—90 m. mächtige Schichtenfolge, die bedeutende Ähnlichkeit mit der Entwickelung auf Ringerike und bei Holmestrand zeigt. Wie in diesen Gebieten besteht es aus einer unteren

mächtigen Schieferabteilung und einer oberen Kalkabteilung, oder mit anderen Worten aus Wenlockschiefer und Wenlockkalk. Die Facies-entwickelung ist somit auch hier wie im Llandovery noch diejenige, die den westlichen Teil des Kristianiagebietes charakterisiert.

Die folgenden Zonen können unterschieden werden:

8 a.	Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl.		ca. 60 m.
8 b.	Die Zone mit *Chonetes* sp.		
8 c.	Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. oder der Wenlockkalk	5—30 m.	20 – 30 m.
8 d.	Die Zone des „Malmøkalks" . .	3—15 m.	

Die Begrenzung des Wenlocks ist nicht sehr gut. Nach unten geht es ganz allmählich in den obersten schieferreichen Teil des Oberen Llandovery über; nach oben wird es von der dünnschichtigen Zone 9 a des Ludlows begrenzt; diese obere Grenze ist aber sehr selten zu sehen.

8 a. Die Zone mit Cyrtia exporrecta, Wahl.

(Unterer Teil von Dahlls 7 b).

Diese Zone besteht aus einem hellgrauen bis dunkel graublauen Schiefer, der jedenfalls im oberen Teil so plattig ist, dass er sich für Dachschiefer eignet. Er wird denn auch hierzu in dem kleinen Dachschieferbruch bei Lagmandsgaarden in Skien ausgebrochen, wo sich das beste Profil durch diese Zone befindet. (Fig. 73). Nach unten beginnt der Schiefer Kalkschichten zu enthalten und geht in dieser Weise allmählich in das Obere Llandovery über.

Ich habe folgende Fossilien (besonders bei Lagmandsgaarden) gefunden:

Favosites sp. Kleine Kolonien. Selten.
Zaphrentis sp. Selten.
Lingula sp.
Leptaena transversalis, Dalm. Allg.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena Walmstedti, Ldm.
Atrypa reticularis, L. var. Sehr allg.
Cyrtia exporrecta, Wahl.
Spirifer plicatellus, L. Allg.
Phacops Stokesi, Salt. Allg.
Encrinurus punctatus, Brünn.
Pterinea sp.

W 22° S. O 22° N.

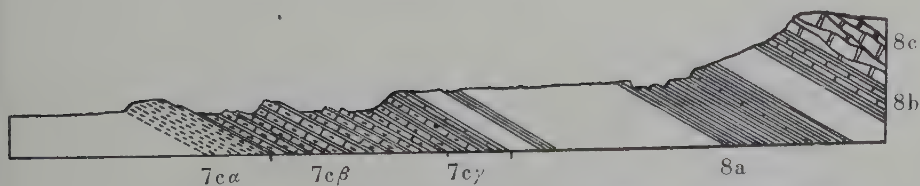


Fig. 73. Kartenskizze der Schichtenfolge gleich nördlich von Lagmandsgaarden in Skien mit Profil. (Nach der gestrichelten Linie). Auf Grundlage der neuen Stadtkarte im Massstabe von 1:2000. Die Zonen 7cα bis 8c sind entblösst.

Murchisonia sp. Sehr schmale und hohe Form.
Orthoceras sp.
Hyolithus sp. (*Theca*).

Die Fauna ist somit nicht reich, aber deutlich dieselbe wie diejenige, die ich in der entsprechenden Zone auf Ringerike und auf Kommersø bei Holmestrand gefunden habe. Petrographisch hat diese Zone im Skiensgebiet am meisten Ähnlichkeit mit der Entwickelung auf Kommersø. Auch hier fehlen die oft mächtigen Bänke von feinem Kalksandstein, die so charakteristisch für Ringerike sind. Die reinen Schiefer im Malmøgebiete erinnern in dieser Beziehung mehr an den Schiefer bei Skien; die *Graptolithen* fehlen aber vollständig.

Die Mächtigkeit der Zone ist noch nicht möglich zu bestimmen, besonders weil die Grenze an der nächst höheren ganz unbestimmt zu sein scheint. Beide Zonen (8 a—b) habe ich bei den Profilen in Skien zu ca. 60 m. berechnet; von diesen ist die untere die mächtigere. Vielleicht könnte sie zu ca. 35 m. geschätzt werden.

8 b. Die Zone mit Chonetes sp.

(Oberer Teil von Dahlls 7 b).

Der *Cyrtia exporrecta*-Schiefer geht oben ohne scharfe Grenze in einen ähnlichen Schiefer über, in welchem die Fauna ein anderes Gepräge bekommt; man trifft hier die interessante Fauna mit *Chonetes* sp. in fast derselben faunistischen Entwickelung als auf Ringerike. Die petrographische Entwickelung ist etwas verschieden; man hat hier im Skiensgebiet einen reinen Schiefer, der unten spärliche dünne Kalkschichten führt; diese werden nach oben zahlreicher und zahlreicher, besonders im oberen Meter liegen sie ziemlich dicht (Fig. 74) und enthalten besonders hier eine ganz reiche Fauna. Ich kann von diesen obersten Schichten folgende Fossilien anführen:

Palaeocyclus porpita, L. Sehr zahlreich, oft in Mengen.
Ptilodictya sp.
Discopora rhombifera, F. Schm.
Orthis sp.
Strophomena Walmstedti, Ldm. Allg.
Strophomena Loveni, Ldm.
Strophomena pecten, L.
Chonetes sp. Dieselbe Form wie auf Ringerike, in Mengen.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Selten in den obersten Schichten.

Stricklandinia lirata, Sow. Selten.
Leperditia Hisingeri, Schm. Selten.
Encrinurus laevis, Ang.
Phacops cf. *Stokesi*, Salt.
Pterinea planulata, Conr.

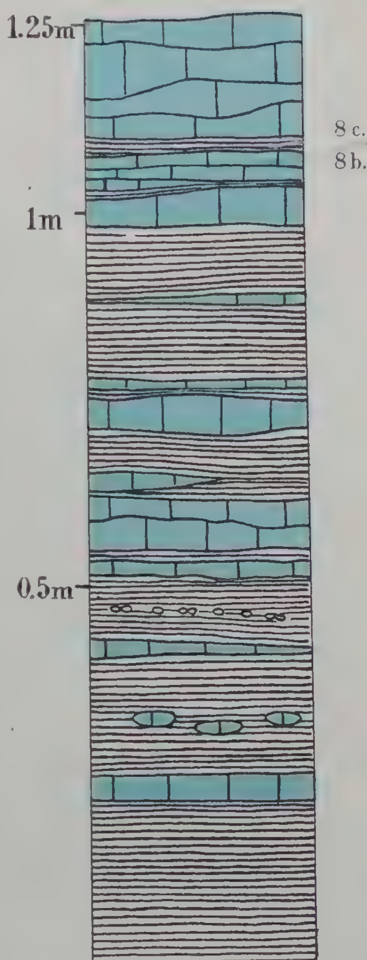


Fig. 74. Beispiel der Schichtenfolge oberst in der Zone 8 b. Kapitelsberget in Skien. 1 : 10. Kalkschichten (blau) und Schiefer.

Südlich von Lagmandsgaarden in Skien sind auch tiefere Schichten entblösst. Ca. 4 m. hinab fand ich eine Schicht mit Mengen von *Glassia obovata*, Sow. Noch tiefer (10—12 m.) fanden sich Mengen von *Atrypa reticularis*, L. in einer grossen Varietät. Hier auch *Ptilodictya* sp., *Orthis* sp., *Rhynchonella sphaeroidalis*, M'Coy. und *Glassia obovata*, Sow. Endlich bei Jønholt in Porsgrund fand ich ca. 25 m. unter 8 c reichlichen Schiefer mit dünnen Kalkschichten mit Mengen von *Chonetes* sp. (sehr kleine Varietät). Im Schiefer waren grosse Exemplare von *Atrypa reticularis*, L. allgemein.

Die *Chonetes*-Fauna scheint also hier bei Jønholt ca. 25 m. unterhalb 8 c zu gehen. Eine Verwerfung zwischen diesem Fundpunkt und 8 c ist nicht ausgeschlossen, konnte aber nicht konstatiert werden. Ich nehme deshalb an, dass die Mächtigkeit der Zone 8 b ca. 25 m. beträgt.

Die Fauna stimmt im grossen und ganzen sehr gut mit derjenigen in derselben Zone auf Ringerike überein; eigentümlich genug scheint aber die *Leperditia Hisingeri*, Schm., die so charakteristisch für diese Zone auf Ringerike ist, hier sehr selten zu sein.

8 c. Die Zone mit Rhynchonella cuneata, Dalm. oder der Wenlockkalk. (Dahlls 8 a).

Die dichtliegenden Kalkschichten oberst in der vorigen Zone bilden den Übergang in der Faciesentwickelung zu der mächtigen Kalkablagerung, die jetzt folgt. Diese Entwickelung der Zone 8 c — der Wenlock-

kalk — entspricht der Faciesentwickelung als Korallenriffkalk auf Ringerike, ist aber gewöhnlich viel reicher an grossen *Crinoiden*stielgliedern als der gewöhnliche Riffkalk in diesem Gebiet. Wie auf Ringerike ist sie an Mächtigkeit sehr variierend und wird von einer ebenfalls sehr variierenden, meistens schiefrigen Zone (8 d) überlagert, die faunistisch sehr nahe steht. Auch hier findet man dasselbe Verhältnis zwischen diesen Zonen wie auf Ringerike: wo 8 c mächtig ist, findet man 8 d wenig entwickelt und umgekehrt. Die Zonen sind mit anderen Worten teilweise homochron.

Der Kalk in 8 c ist sehr rein, gewöhnlich hellgrau und mehr oder weniger krystallinisch; er enthält gewöhnlich *Crinoiden*stielglieder in reichlicher Menge und ist oft ein wirklich schöner *Crinoiden*kalk mit zahlreichen schneeweissen, grossen Stielgliedern in der hellgrauen Grundmasse.

Der Kalk liegt gewöhnlich in dicken Bänken, die genauer besehen aus dichtliegenden, oft unregelmässigen Kalkschichten bestehen. Oft ist die Bänkung ganz undeutlich, und die Kalkablagerung macht dann den Eindruck einer mehr einheitlichen Kalkmasse, so z. B. bei Porsgrund Kalkfabrik oberhalb Jønholt. Hier ist der Kalk ein sehr reiner, gewöhnlich wenig krystallinischer, schöner *Crinoiden*kalk in sehr einförmiger und mächtiger Entwickelung (25—30 m.). Wenige Korallen sind hier zu sehen, nur *Stromatoporen*. An anderen Stellen ist der Kalk mehr unregelmässig entwickelt, mit häufigen Einlagerungen von unregelmässigen schiefrigen Partien. Dies ist noch wenig in Kapitelsberget bei Skien bemerkbar, wo der oft schön krystallinische Kalk in bedeutender Mächtigkeit (ca. 25 m.) auftritt; er ist hier sehr korallenreich und enthält stellenweise kleine schiefrige Einlagerungen, die oft mit den grossen *Crinoiden*stielgliedern förmlich gespickt sind. Noch viel abwechslungsreicher ist die Entwickelung an anderen Stellen, z. B. in dem Höhenrücken mit 8 c gleich südlich von Gjerpen Kirche. Zwischen den mächtigen Kalkbänken liegen hier linsenförmige Einlagerungen aus Schiefer mit dünnen Kalkschichten und feinen Kalklinsen (Fig. 75). Auch ausserhalb dieser Schiefereinlagerungen ist das Sediment sehr variierend entwickelt. Bald krystallinischer Kalk mit zahlreichen, grossen *Crinoiden*stielgliedern, bald dichter Kalk mit sparsamen solchen, bald mehr schiefrige Kalkschichten mit Stielgliedern in ungeheuren Mengen, bald wieder dichtgepackte, mehr knollige Kalkschichten. Die Mächtigkeit ist hier kaum mehr als 15—20 m. An anderen Stellen ist sie noch viel geringer. Bei Jønholt in Porsgrund ist sie somit kaum mehr

als 8—10 m. Dahll gibt für diese Zone 6.3—12.5 m. an; nach meinen Messungen ist sie also an mehreren Stellen viel mächtiger.

Dieser Kalk in 8 c ist wie gesagt ein sehr reiner Kalk und der wichtigste für die Kalkfabrikation bei Skien und Porsgrund. Da aber sowohl die Mächtigkeit als die Entwickelung sehr variiert, sind nur einzelne günstige Stellen speziell hierfür geeignet. Kalkbrennereien sind an mehreren Stellen angelegt, z. B. Kapitelsberget bei Skien und oberhalb



Fig. 75. Linsenförmige Einlagerung von Schiefer und dünnen Kalkschichten zwischen den dicken Kalkbänken der Zone 8 c bei Gjerpen Kirche.

Nach einer Photographie des Verfassers.

Jønholt bei Porsgrund, aber nur an der letzten Stelle wird jetzt die Fabrikation in grösserem Massstabe getrieben.

Der Fossilienreichtum ist in 8 c sehr variierend, je nach der petrographischen Entwickelung. An einzelnen Stellen, z. B. Kapitelsberget bei Skien, kommen Korallen in Mengen vor, an anderen Stellen sind sie seltener. Noch zahlreicher und allgemeiner sind die grossen *Crinoiden*-stielglieder. Ich habe folgende Formen gefunden:

Stromatopora sp. Oft allg.
Favosites Hisingeri, Edw. & H. Allg.
Favosites sp. Verzweigte Form. Allg.

Halysites catenularius, L.
Halysites sp.
Heliolites interstinctus, L.
Ptychophyllum patellatum, Schl.
Omphyma cf. *subturbinatum*, d'Orb. Allg.
Cyathophyllum articulatum, His.
Cyathophyllum sp. sp.
Hypanthocrinus cf. *regularis*, His. Selten mit dem folgenden zusammen.
Abacocrinus cf. *tesseracontadactylus*, Goldf. Eine Reihe Kelche und Kelchfragmente sind im Steinbruch von Kapitelsberget gefunden, wo sie nicht selten sind. Die grossen *Crinoiden*stielglieder, die in dem Kalke oft massenhaft vorkommen, gehören sicherlich dieser Form an.
Strophomena Walmstedti, Ldm. In den schieferreichen Partien.
Chonetes sp.
Atrypa reticularis, L.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Allg.
Spirifer plicatellus, L. Allg.
Pterinea cf. *planulata*, Conr. Nicht selten.

Diese Fauna stimmt ungefähr mit derjenigen überein, die in derselben Zone auf Ringerike vorkommt, obwohl sie nicht so reichhaltig ist. Weitere Einsammlungen werden jedoch gewiss viele andere Formen nachweisen können. Dass Formen wie *Strophomena Walmstedti*, Ldm. und *Chonetes* sp., die auf Ringerike allein in 8 b vorkommen, hier auch sparsam in 8 c auftreten, wird nicht befremden; die Zonen stehen ja faunistisch einander sehr nahe und viele Unterschiede sind natürlich lediglich durch den Faciesunterschied begründet. Sehr interessant ist, dass man hier bei Skien Gelegenheit hat, die *Crinoiden*stielglieder näher zu bestimmen; die gefundenen Kelche, die sicher mit den Stielgliedern zusammengehören, gehören zu einer *Abacocrinus*-Form, die mit dem *A. tesseracontadactylus*, Goldf. übereinzustimmen scheint.

8 d. Die Zone des „Malmøkalks“.
(Dahlls 8 b).

Oberhalb des leicht kenntlichen Wenlockkalkes liegt nach Dahll ein dunkler Tonschiefer, 10 Fuss (= 3.1 m.) mächtig, in welchem *Rhynchonella nucula*, Sow. zum ersten Male auftreten soll. Einen solchen dunklen Schiefer direkt oberhalb 8 c habe ich nur an einer Stelle, gleich

südlich von Gjerpen Kirche, gesehen; es ist ein dunkler schiefriger Kalk, mit Schwefelkies eingesprengt, stark erinnernd an die Entwickelung von 8 d auf Ringerike. *Halysites* sp. kommt häufig vor. Die Mächtigkeit liess sich nicht bestimmen.

An anderen Stellen habe ich dagegen gleich oberhalb der typischen 8 c eine Schichtenfolge mit anderer petrographischer Entwickelung gefunden, die unzweifelhaft 8 d repräsentiert. Am besten entblösst habe ich sie zwischen Jonholt und dem oberen Frednæs in Porsgrund gefunden (Fig. 76).

Der Wenlockkalk (8 c) ist hier, wie schon gesagt, wenig mächtig, nur 8—10 m., während er ca. 500 m. weiter im SO. zu ca. 30 m. anschwillt.

Über den dicken Kalkbänken von 8 c liegt hier ein graublauer, kalkhaltiger Schiefer mit einzelnen Kalkschichten, die unterst ganz fossilienreich sind, höher hinauf fossilienarm erscheinen, hier aber eigentümliche kleine Konkretionen enthalten, die durch die Verwitterung deutlich hervortreten. In den unteren Kalkschichten (bei X.) fand ich *Atrypa reticularis*, L. (allg.), *Atrypina Angelini*, Ldm. und *Rhynchonella cuneata*, Dalm.

Der Schiefer, durch die Verwitterung noch heller werdend, enthält hier viele Fossilien, speziell im unteren Teil; ich kann folgende nennen;

Pholidops implicata, Sow. Allg.
Fenestella sp. Allg.
Helopora sp. Allg.
Monticuliporen, diverse Formen.
Alveolites sp.
Coenites repens, Wahl.
Bilobites biloba, L. Selten.
Atrypina Angelini, Ldm. Allg.
Rhynchonella cuneata, Dalm. Selten.
Tentaculites ornatus, Sow. Allg.
Leperditia sp. Selten.
Bumastus sp. Selten.
Encrinurus punctatus, Brünn. Allg.
Acidaspis sp. Selten.
Modiolopsis sp. Allg.
Cardiola cf. *fibrosa*, Sow. Selten.
Pterinea retroflexa, Wahl. Selten.

Etwas höher (bei Y.) ist *Atrypa reticularis*. L. allgemein in grossen Exemplaren, oft mit breitem Rand.

Noch höher (bei Z.) werden die Kalkschichten viel zahlreicher und mehr oder weniger knollig, und zahlreiche Korallen finden sich ein. In dieser oft sehr korallenreichen Facies fand ich:

Stromatopora sp. Grosse Formen. Allg.
Halysites macropora, Eichw. Sehr allg.
Halysites catenularius, L.
Favosites cf. *Hisingeri*, Edw. & H. Allg.
Favosites sp. Feinröhrige, zweigige Form.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Allg.



Fig. 76. Kartenskizze des Wenlocks bei Jønholt in Porsgrund. Nach der neuen Stadtkarte. Im Massstabe von 1 : 4000.

Eigentümliche *Rugose*-Koralle mit feinen, verzweigten Röhren. Allg.
Cyathophyllum cf. *angustum*, Lonsd.
Cyathophyllum articulatum, Wahl.
Cystiphyllum sp.

Der Fossilienreichtum variiert stark in diesen oberen Schichten, wie es mit korallenführenden Ablagerungen oft der Fall ist.

Die Mächtigkeit dieser Schichtenfolge bei Jønholt scheint wenigstens 15 m. zu sein. Es muss jedoch bemerkt werden, dass die obere Begrenzung der Zone nicht genau bestimmt werden kann. Der Übergang von 8 d zu 9 a ist nämlich in allen von mir genauer untersuchten Profilen überdeckt.

Eine ähnliche korallenreiche Faciesentwickelung der Zone 8 d habe ich gleich südlich von Lagmandsgaarden in Skien gefunden. Hier findet man oberhalb der wenig mächtigen Zone 8 c einen blaugrauen Kalkschiefer mit dünnen, unregelmässigen Kalkschichten und Mengen von denselben Korallen wie bei Jønholt. Auch hier fand ich *Rhynchonella cuneata*, Dalm.

Wie schon hervorgehoben habe ich diese reiche und mächtige Entwickelung der Zone 8 d nur an solchen Stellen gefunden, wo die Mächtigkeit des typischen Wenlockkalkes gering ist. Wo diese letztere mächtig ist, scheint 8 d schwach entwickelt zu sein und jedenfalls auf einer Stelle bei Gjerpen Kirche als dunkler, schiefriger Kalk. Es existiert somit sicherlich dasselbe Verhältnis zwischen diesen Zonen, wie ich es aus Ringerike schon geschildert habe, indem sie teilweise mit einander homochron sind.

Die hier geschilderte Entwickelung der Zone 8 d hat Ähnlichkeit sowohl mit Ringerike als mit Holmestrand. Die reiche Korallenfauna, die hin und wieder auftritt, ist ungefähr dieselbe wie in 8 d auf Ringerike, obwohl die sedimentäre Entwickelung etwas abweicht. Interessant ist auch zu konstatieren, dass sie mit der eigentümlichen Entwickelung von 8 d bei Sando (Holmestrand) grosse Ähnlichkeit hat. Dieselbe merkwürdige *Rugose*-Koralle, die in dünnen verzweigten Röhren wächst, kommt auf beiden Stellen vor. Auch petrographisch ist hier grosse Ähnlichkeit. Mit Holmestrand stimmt auch überein, dass *Atrypina Angelini*, Ldm. tiefer als in 9 a auftritt (auf Kommersø schon in 8 c).

Die Faciesentwickelung des Wenlocks.

Werfen wir jetzt einen Rückblick auf die ganze Wenlocketage in diesem Gebiet, sehen wir leicht, dass die Faciesentwickelung eine Zwischenstellung zwischen derjenigen auf Ringerike und in dem obersilurischen Gebiet bei Holmestrand einnimmt, während sie weit von derjenigen im Malmøgebiet abweicht. Im unteren Teil (8 a) ist die Übereinstimmung mit Holmestrand am grössten, womit auch die Mächtigkeit ungefähr zusammenfällt, im mittleren Teil (8 b – c) wird die Faciesentwickelung mehr derjenigen auf Ringerike ähnlich, während sie oberst in 8 d eine Zwischen-

stellung zwischen beiden einnimmt, vielleicht doch aber am meisten Ähnlichkeit mit der Facies bei Sando (Holmestrand) aufweist. Die zwei oberen Zonen zeigen aber auch Eigentümlichkeiten, die sich nicht in anderen Gebieten wiederfinden, und haben deshalb ein bedeutendes Interesse. Die westliche Entwickelung herrscht somit noch fort.

Auftreten und Verbreitung des Wenlocks.

Da die Schichtenfolge des Wenlocks aus einer unteren mächtigeren Schieferabteilung und einem oberen kalkreichen Teil besteht, die immer harte, dicke Kalkbänke enthalten, ist damit die Ausformung der Wenlocklandschaft gegeben. Der untere Teil bildet eine flache, meistens bebaute Stufe oberhalb des oberen *Pentamerus*kalks, während die beiden obersten Zonen je nach ihrer Entwickelung, speziell dann der Wenlockkalk, als eine deutliche Escarpmentbildung aufragen. Dies ist am deutlichsten auf den Detailkarten von Skien (Fig. 61, 62, 73) zu sehen. Besonders 8 c, der Wenlockkalk, bildet eine vorzügliche Leitzone durch das ganze Gebiet, indem sie leicht wiederzuerkennen und gewöhnlich gut entblösst ist. Die Verwerfungen im obersilurischen Gebiet lassen sich durch Verfolgung dieser Zone am leichtesten konstatieren. Ich habe sie deshalb auch auf der Übersichtskarte ausgesondert, während ich die Zonen 8 a—b mit dem Oberen Llandovery zusammengeschlagen habe.

Was die Verbreitung des Wenlocks betrifft, ist sie leicht auf der Übersichtskarte zu sehen. Im nördlichen Abschnitt (Skien) läuft es als ein langer, schmaler Streifen mitten im Tal von Mofjeldene im N. bis nach Borgeaas im S. Im mittleren Abschnitt (Porsgrund—Brevik) kann seine Schichtenfolge von Jønholt in Porsgrund in SO-licher Richtung nach dem innersten Teil des Eidangerfjords verfolgt werden. Hier gelang es mir aber nicht, durch meine immerhin kurze Untersuchung den Verlauf des Wenlockkalks genau zu bestimmen. Die Umwandlung der Schichten wird nach O. sehr rasch so stark, dass die Untersuchung sehr schwierig wird. Durch mehrere Längsverwerfungen werden Teile des Wenlocks hier mehrmals wiederholt.

Endlich kommt Wenlock sicherlich auch weit im S. auf Gjeterø und vielleicht Arø in stark umgewandelter Form vor. Ich habe jedoch diese Inseln nicht besucht.

Die besten Fundplätze und Profile mit am wenigsten umgewandelten Schichten, die für stratigraphische Studien ausschlaggebend sind, befinden sich in und bei Porsgrund und Skien.

IV. Ludlow (Etage 9).

(DAHLLS 8 c—d).

Nach DAHLL kommt über seine Zone 8 b (8 d in dieser Arbeit) ein mächtiger Kalkstein, den er als Holmkalk bezeichnet. Seine Mächtigkeit ist nach DAHLL im nördlichen Teil des Gebietes 700—800 Fuss (220—250 m.); gegen Süden soll seine Mächtigkeit abnehmen und zwar in dem Masse, dass sie auf Arø (mit den Zonen 7 c β—8 d zusammen) nur wenige hundert Fuss ist. Der Holmkalk hat nach DAHLL eine recht reiche Fauna, die in der Hauptsache mit derjenigen in den Zonen 8 c—e bei Holmestrand übereinstimmt. Noch höher kommt 8 d von DAHLL, ein fester bläulichgrauer, dünner Tonschiefer, die letzten Schichten, worin Versteinerungen gefunden sind, und nur 6—7 m. mächtig[1]. Diese Schichtenfolge wird von DAHLL mit seiner Zone 8 b zusammen als Ludlow bezeichnet.

Diese mächtige und wichtige Schichtenfolge des Ludlows ist somit nur ganz oberflächlich von DAHLL untersucht worden. Die Ursache hierzu war gewiss, dass die Schwierigkeiten hier viel grösser sind als bei der Untersuchung des Llandovery und Wenlocks. Das Ludlowgebiet liegt nämlich der Augitsyenit-Grenze am nächsten, und die Schichten sind deshalb hier stärker umgewandelt als in den älteren Etagen. Am wenigstens umgewandelt sind sie wohl dicht bei Porsgrund; hier fehlen aber vollständige Profile.

Diese Schwierigkeiten haben auch auf meine Untersuchungen Einfluss gehabt; sie sind hier für Ludlow weniger eingehend gewesen als für die älteren obersilurischen Schichten. Für die älteren Ludlowzonen (9 a—d) hat dies geringe Bedeutung, indem sie ganz dieselbe Facies-entwickelung als auf den Inseln bei Holmestrand haben, wo sie viel besser entblösst und weniger umgewandelt sind. Die genaue Beschreibung dieser Zonen bei Holmestrand ist mit wenigen Ausnahmen auch für dies Gebiet zutreffend, und ich kann mich deshalb hier auf ganz kurze Bemerkungen beschränken. Was die oberen Ludlowzonen betrifft, bedaure ich sehr, dass ich nicht eine vollständig erschöpfende Beschreibung geben kann; dies wäre von grossem Interesse, da die betreffenden Zonen bei Holmestrand schlecht zu studieren sind. Die allgemeinen Züge der Schichtenfolge glaube ich immerhin geben zu können, so dass die Vergleichung mit anderen Gebieten möglich ist.

---

[1] Pag. 125—127.

Nach meinen Untersuchungen bin ich davon überzeugt, dass die Mächtigkeitsangaben des Ludlows von T. Dahll ganz falsch sind. Gerade da, wo Dahll sein Hauptprofil durchgeführt hat, nämlich über Berreberg und Holm, ist das Ludlow von Längsverwerfungen durchschnitten, so dass die Schichtenfolge viel mächtiger erscheint, als sie in Wirklichkeit ist. Die Vergrösserung der Schichtenfolge durch Verwerfungen ist schon aus der Übersichtskarte einleuchtend. Ein Hauptprofil hier hat deshalb keine Bedeutung, auch weil es wegen der starken Umwandlung der Schichten mir jedenfalls vorläufig unmöglich war, die Grösse der Verwerfungen zu bestimmen.

Viel besser entblösst und sicherer scheint die Schichtenfolge weiter nördlich bei Myraas zu sein und das Profil (Fig. 77), das ich hier ziemlich genau aufgemessen habe, ist für mich ausschlaggebend gewesen, indem ich hier keine Spuren von Längsverwerfungen finden konnte.

Das Ludlow in diesem Gebiete hat meiner Ansicht nach eine Mächtigkeit von ca. 140 m. und eine Faciesentwickelung, die scheinbar fast vollkommen mit derjenigen bei Holmestrand zusammenfällt. Dieselben Zonen können auch hier unterschieden werden:

9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk (= untere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm.) . . . ca. 10 m.
9 b. Die Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. . . . . . . ca. 15 m.
9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalkes mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. . . . . ca. 25 m.
9 d. Die Zone des grobknolligen Kalkes mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. . . . . ca. 30 m.
9 e. Die Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. (= obere Zone mit *Ch. striatella*, Dalm.) . . . . 15—20 m.
9 f. Die Zone mit dem *Favosites*kalk . . . . ca. 20 m.
9 g. Die Zone mit dem jüngsten Ludlowschiefer und dünnen Kalkschichten . . . . ca. 25 m.

9 a—d. Die unteren Zonen des Ludlows.

Dieser untere Teil des Ludlows zeigt dieselbe Faciesentwickelung wie auf den Inseln bei Holmestrand. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk (9 a) habe ich gleich südlich von dem mitgeteilten Profil bei Myraas und in Borgeaas gesehen; sie besteht aus ähnlichen dünnen, schwach knolligen oder ebenen Kalkschichten und Schiefer wie ich für diese Zone bei Holmestrand geschildert

habe. Die Mächtigkeit scheint ungefähr dieselbe wie bei Holmestrand — ca. 10 m. — zu sein. Fossilien habe ich nicht gesehen.

Die Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. scheint etwas mächtiger zu sein, ca. 15 m. (?), und besteht auch hier aus dicken, ebenen Kalkschichten, die eine hellgraue Verwitterungshaut besitzen. Sie sind ganz gut bei Myraas zu sehen; hier habe ich *Leperditia phaseolus*, His. gefunden. Formationen der eigentümlichen, stromatoporoiden Knollen wurden nicht beobachtet. Hierüber folgt der dünnknollige Kalk mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (9 c). Dieselben 3 Abteilungen wie bei Holmestrand können hier unterschieden werden. Ob eine Übereinstimmung in allen Einzelheiten vorkommt, kann ich wegen der gewöhnlich starken Umwandlung der Schichten noch nicht entscheiden. Am besten habe ich diese Zone in Porsgrund gesehen, wo sie auf der Ostseite der Versenkung ansteht, die sich von der Brücke nach der Kalkfabrik erstreckt. In der Steilwand kann hier 9 c β mit Teilen von 9 c α und 9 c γ sehr deutlich gesehen werden. Auf dem Kirchhof ist ein Korallenhorizont mit reichen *Coenites*-Schichten gleich oberhalb 9 c β ausgezeichnet entblösst. Die Mächtigkeit der Zone 9 c wurde bei Myraas zu 22—23 m. angeschlagen; ich glaube, dass man ca. 25 m. sagen kann.

Die Zone des grobknolligen Kalkes, 9 d, habe ich sowohl bei Myraas als auf zahlreichen anderen Stellen beobachtet. Ihre untere Grenze scheint nicht so scharf zu sein wie bei Holmestrand, und die Mächtigkeit ist vielleicht etwas geringer. Jedenfalls wurde sie bei Myraas nur zu

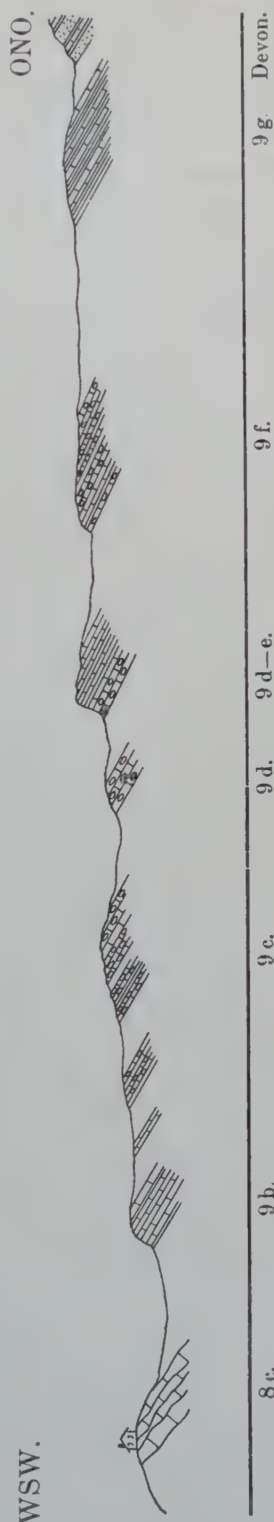


Fig. 77. Profil durch das Ludlow bei Myraas im Gjerpental. Im Massstabe von 1:2000.

ca. 30 m. bestimmt. Ihre Entwickelung scheint etwas variierend zu sein, indem sie nicht immer ausgeprägt grobknollig ist. In Borgeaas fand ich sie reich an Korallen, und in der Nähe von Myraas teilweise als massive, riffähnliche Kalkbänke entwickelt (ausserhalb des Profiles). Vielleicht ist die Mächtigkeit dieser Zone etwas variierend, je nach der etwas variierenden Entwickelung. Die Fauna scheint ganz mit derjenigen in 9 d bei Holmestrand übereinzustimmen. Oft enthält sie grosse *Crinoiden*stielglieder wie auf Gaaserumpen bei Holmestrand. Die gewöhnlichsten Formen, die man findet, sind sonst *Spirifer elevatus*, Dalm. var. *bijugosa*, M'Coy., *Strophomena semiglobosa*, Dav., *Pterinea Sowerbyi*, M'Coy. und *retroflexa*, Wahl. Auch *Rynchonella Wilsoni*, Sow. ist stellenweise häufig.

9 e—g. Die oberen Zonen des Ludlows.

Gleich oberhalb 9 d folgt im Profil bei Myraas eine Abteilung mit dünnen, ziemlich ebenen Kalkschichten: der Schiefer ist gewöhnlich ebenso reichlich vorhanden wie der Kalk. Ich fand hier zahlreiche, ganz gut ausgewitterte Fossilien, von denen ich folgende anführen kann:

Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Ptilodictya sp.
Cornulites serpularius, Schl.
Tentaculites ornatus, Sow. Teilweise in Mengen.
Strophomena rhomboidalis, W.
Chonetes striatella, Dalm. Sehr allg.
Atrypa reticularis, L.
Rhynchonella nucula, Sow.
Rhynchonella Wilsoni, Sow.
Spirifer elevatus, Dalm., var. *bijugosa*, m'Coy. Allg.
Bumastus sp.
Calymene sp.
Beyrichia sp.
Leperditia baltica, His.
Pterinea retroflexa, Wahl.

Diese Schichten, die sich besonders durch das häufige Auftreten von *Chonetes striatella*, Dalm. zusammen mit *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Tentaculites ornatus*, Sow. auszeichnen, stimmen sehr gut mit denjenigen überein, die bei Sando im Holmestrand-Gebiete gleich ober-

halb 9 d folgen. Sie sind im Profil bei Myraas in einer Mächtigkeit von 6—8 m. entblösst.

Hierüber ist eine Schichtenfolge von 8—10 m. überdeckt; dann kommt ein ziemlich dichtknolliger Kalk, sehr reich an Korallen, von denen besonders ein *Favosites* sp. in Mengen auftritt. Ganze Bänke mit zweigigen *Monticuliporen* (*Amplexopora* (?) sp.) kommen hier vor. Diese Schichtenfolge ist in einer Mächtigkeit von 14—15 m. entblösst und muss wahrscheinlich mit 9 f, der Zone mit dem *Favosites*kalke, auf Ringerike parallelisiert werden. Wie mächtig dieser korallenreiche Kalk in Wirklichkeit ist, kann hier nicht entschieden werden, indem das Terrain jetzt überdeckt wird. Erst 18—20 m. höher kommt die Schichtenfolge wieder zum Vorschein, und zwar Schiefer mit dünnen Kalkschichten, stark umgewandelt. Sie werden von Sandsteinschichten mit Schiefer überlagert, die ich als den untersten Teil des Devons betrachte. Dieser oberste schieferreiche Teil des Ludlows, worin ich hier bei Myraas keine Fossilien fand, sehe ich als die Zone 9 g an. Die Zonen 9 e—g habe ich in diesem Profil zu ca. 60 (—65) m. gemessen.

Bei Sem habe ich eine ähnliche Schichtenfolge des oberen Ludlows gefunden. Der knollige *Favosites*-Kalk (9 f) liegt hier ca. 25 m. unterhalb der oberen Grenze des Ludlows. Ausser *Favosites* sp. und reichen Formationen von *Amplexopora* fand ich *Spirifer elevatus*, Dalm. sehr allgemein, weiter *Athyris* sp. (allg.) und *Leperditia*. Einzelne Schichten waren reich an *Gastropoden*. Die Fossilien waren wie gewöhnlich schlecht erhalten.

Unterhalb dieser Schichten lag reichlicher Schiefer mit dünnen Kalkschichten, worin ich *Spirifer elevatus*, Dalm. in grossen Exemplaren, *Leperditia* sp. und *Pterinea retroflexa*, Wahl. gefunden habe.

Auch hier kam ich zu dem Resultat, dass zwischen der Zone 9 d und den untersten devonischen Schichten eine 60—70 m. mächtige Schichtenfolge vorhanden ist. Auch zwischen Glenna und Skjelbred in der Nähe von Holm und auf der Ostseite von Borgeaas habe ich diese oberen Zonen des Ludlows untersucht, ohne dass ich hier gute Profile gefunden habe. An der ersten Stelle (Fig. 78) fand ich ca. 15 m. unterhalb eines dunklen, glimmerreichen Sandsteins (unterster Teil des Devons?) einen dunklen Schiefer mit einzelnen dünnen Kalkschichten, in denen *Spirifer elevatus*, Dalm. sparsam vorkam. Endlich sah ich auf der Ostseite von Borgeaas die korallenreiche Zone 9 f am Wege in einer Ausdehnung von ca. 20 m. entblösst; sie wurde von reichlichem Schiefer mit sparsamen Kalkschichten (9 g) überlagert.

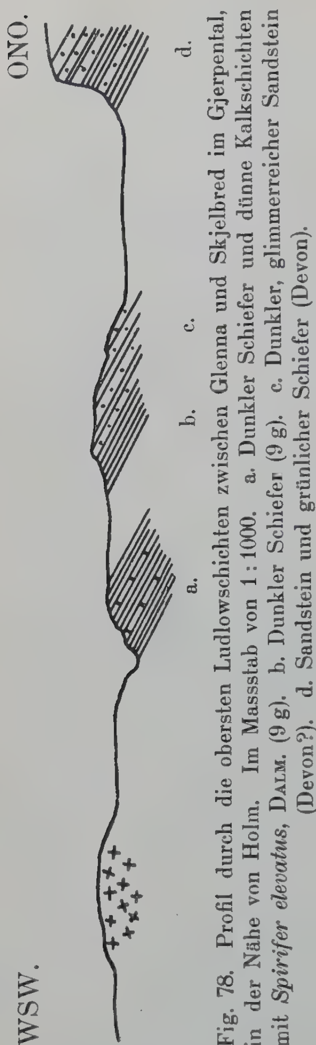


Fig. 78. Profil durch die obersten Ludlowschichten zwischen Glenna und Skjelbred im Gjerpental, in der Nähe von Holm. Im Massstab von 1 : 1000. a. Dunkler Schiefer und dünne Kalkschichten mit *Spirifer elevatus*, Dalm. (9 g). b. Dunkler Schiefer (9 g). c. Dunkler, glimmerreicher Sandstein (Devon?). d. Sandstein und grünlicher Schiefer (Devon).

Als Ergebnis dieser immerhin sparsamen Observationen glaube ich folgende Schichtenfolge für den oberen Teil des Ludlows in diesem Gebiete aufstellen zu können.

9 e. Die Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. Dünne, ziemlich ebene Kalkschichten und Schiefer mit reicher Brachiopodenfauna, in der *Chonetes striatella*, Dalm. besonders hervortritt. 6—8 m.

Diese Schichten gehen nach oben in eine schieferreiche Abteilung über, von der ich nicht sagen kann, ob sie am besten zu den *Chonetes*-Schichten oder zu der folgenden Zone zu zählen ist. Ich rechne sie hier zu 9 e, und da sie 8—10 m. mächtig sind, wird somit die Zone 9 e 16—18 m. mächtig.

9 f. Hierüber liegt ein knolliger, korallenreicher Kalk mit *Monticuliporen*bänken, jedenfalls 20 m. mächtig. *Favosites* sp. ist besonders reichlich, weshalb der Name *Favosites*kalk auch hier passend erscheint.

Die Fauna scheint reich zu sein. *Chonetes* ist wieder verschwunden.

9 g. Diese oberste Ludlowzone besteht aus reichlichem, gewöhnlich dunklem Schiefer und dünnen Kalkschichten. Die Fauna ist sehr spärlich; nur *Spirifer elevatus*, Dalm. wurde gefunden. Da die auf Ringerike charakteristische *Leperditia norvegica*, Kiær (nov. sp.) nicht gefunden wurde, nenne ich die Zone hier „Die Zone mit dem jüngsten Ludlowschiefer und dünnen Kalkschichten". Die Mächtigkeit wurde zu ca. 25 m. angeschlagen. Sie entspricht wohl Dahlls Abteilung 8 d, die viel mächtiger als von Dahll angegeben zu sein scheint.

Die Faciesentwickelung des Ludlows.

Wie ich schon mehrmals hervorgehoben habe, stimmt die Faciesentwickelung des Ludlows fast vollkommen mit derjenigen bei Holmestrand überein, während sie von derjenigen auf Ringerike weit ver-

schieden ist. Kleine Unterschiede sind wohl vorhanden; sie sind aber nicht immer leicht nachzuweisen, da die starke Umwandlung der Schichten die Untersuchung in hohem Grade erschwert. Während die unteren Zonen in beiden Gebieten fast ganz übereinstimmen, scheinen 9 e –f etwas verschieden entwickelt zu sein; 9 e beginnt in beiden Gebieten in ganz derselben Weise als dünne, etwas knollige oder mehr ebene Kalkschichten mit ziemlich reichlichem Schiefer. Bei Holmestrand (Sando) hat diese, vielleicht ca. 6 m. mächtige Schichtenreihe im oberen Teil einen reichen Korallenhorizont („*Favosites*kalk“), während bei Skien der *Favosites*kalk viel höher auftritt und viel mächtiger ist. Die Schichtenfolge der *Chonetes*schichten einschliesslich dieses Korallenhorizonts ist hier 35—40 m. Entweder muss man hier annehmen, dass der *Favosites*kalk in beiden Gebieten gleichzeitig vorhanden ist, oder dass er im Skiensgebiete bedeutend jünger ist. Es ist wohl vorläufig nicht möglich mit Sicherheit zu entscheiden, welche Annahme die richtige ist, besonders weil die Schichtenfolge oberhalb des *Favosites*kalkes bei Holmestrand (Sando) etwas unsicher ist. Ich gehe in dieser Arbeit von der Annahme aus, dass der *Favosites*kalk in allen Gebieten ungefähr gleichalterig ist. Er zeigt nämlich überall so grosse Übereinstimmung, dass dies am natürlichsten scheint.

Vorausgesetzt, dass die Schichtenfolge bei Sando ungefähr vollständig ist, hat die oberste Zone 9 g dagegen ungefähr dieselbe Mächtigkeit in beiden Gebieten und tritt auch sonst in ungefähr übereinstimmender Facies auf.

Die Verbreitung und das Auftreten des Ludlows.

Die Verbreitung des Ludlows zwischen dem Wenlock und dem devonischen Sandstein tritt auf der Übersichtskarte deutlich hervor. Im nördlichen Teil des Gebiets hat es, wie man sieht, eine grössere Ausbreitung als irgend eine der älteren Etagen. Die Breite der Ludlowgegend ist aber hier sehr wechselnd; während sie weit im N. bei Myraas nicht ganz 300 m. erreicht, verbreitert sie sich bei Glenna, Holm und Sem (nördlich von Børsesø), wo Dahll das Profil aufgemessen hat, zu wenigstens 800 m. Diese Verbreiterung ist in Längsverwerfungen mit Einsenkungen der östlichen Stücke begründet. Diese Verwerfungen, die nördlich von Børsesø deutlich markiert sind, setzen sich wahrscheinlich nach Süden durch die breite Versenkung südlich von Børsesø fort. Hier ist aber alles überdeckt und sehr wenig zu sehen. Erst in Borgeaas findet man wieder gute Profile. Auch hier sind Längsverwerfungen

vorhanden. Das Ludlow wird hier wie die anderen Etagen durch die gewaltige Querverwerfung bei Porsgrund abgeschnitten und tritt dann im mittleren Teil des Gebiets fast 3 Km. weiter im SW. wieder in Porsgrund auf. Der mittlere Teil des Ludlows ist in dieser Stadt ganz gut in Kirkehaugen und St. Hanshaugen entblösst, und die Ludlowschichten strecken sich von hier nach W. über Bjørnholt; aber sowohl die ältesten als die jüngsten Schichten des Ludlows sind leider hier bei Porsgrund, wo die Schichten am wenigsten umgewandelt sind, überdeckt. Die ältesten Schichten des Devons sind in einem kleinen isolierten Höhenrücken dicht an der Bahnlinie (südöstlich von der Eisenbahnstation) zu sehen. Sonst sind die jüngsten Ludlowschichten und Devon überall unter den losen Ablagerungen verborgen, womit die weite, wahrscheinlich von Verwerfungen durchschnittene Ebene zwischen Borgeaas, Valleraas und Bjørnholdtaas bedeckt ist.

Das Ludlow erstreckt sich von Porsgrund in SO-licher Richtung nach dem innersten Teil des Eidangerfjords und ist wahrscheinlich von zahlreichen Längsverwerfungen durchschnitten, wird aber bald so stark umgewandelt, dass ich vorläufig nicht viel mit Sicherheit bestimmen konnte. Bei Nystrand schneidet jedenfalls eine grosse Verwerfung durch.

Weit im S. hat man endlich nach Dahll und Brøgger stark umgewandeltes Ludlow auf den Inseln Gjeterø, Arø und Fugløs, die von Verwerfungen geschieden sind.

Das Obersilur hat also in diesem Gebiete folgende Mächtigkeit:

Unteres Llandovery (Etage 6)	ca. 100 m.
Oberes Llandovery (Etage 7).	ca. 132 m.
Wenlock (Etage 8)	ca. 80—90 m.
Ludlow (Etage 9).	ca. 140 m.

Die Gesamtmächtigkeit wird somit hier 452–462 m.

V.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET

IN

ASKER UND BÆRUM.

Kjerulf nannte die Silurgegend an dem inneren Teil des Kristianiafjords das Christiania Silurbecken. In diesem breiten Einsenkungsfelde, dessen Boden wesentlich von kambrisch-silurischen Schichten gebildet wird, tritt das Obersilur nur im Osten und im Westen auf. Bei dem Ostrande des Einsenkungsfeldes liegt das Malmø-Gebiet, nahe dem Westrande in den Kirchspielen Bærum und Asker taucht das Obersilur wieder auf mehreren Stellen auf und bildet das obersilurische Gebiet in Asker und Bærum. Nicht unbedeutende Strecken dieser fruchtbaren Gegend werden von obersilurischen Ablagerungen gebildet. Zwei breite lange Streifen finden sich in Bærum, wo sie unterhalb des Tanumrückens beginnend sich ca. 10 Km. dem Kolsaas vorbei in NO-licher Richtung erstrecken. In Asker, das weiter südlich liegt, finden sich in der gefalteten Silurgegend mehrere isolierte Streifen von obersilurischen Schichten; ein breiter Streifen erstreckt sich hier fast zusammenhängend von Leangen bei dem Fjord in SW.-licher Richtung und setzt sich bis zum Liertale fort. Das Obersilur in diesem Gebiet tritt in einer Faciesbildung auf, die eine interessante Zwischenstellung zwischen denjenigen im Malmøgebiet und auf Ringerike bildet.

Literaturverzeichnis.

1847. R. Murchison. — Anskuelser over Classificationen af de geologiske Lag i Overgangsformationen ved Christiania. — Vortrag bei der 4ten Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Christiania.
(Forhandl. ved de skandinav. Naturforskeres 4de Møde i Christiania den 11te—18de Juli 1844, Pag. 289).
Die erste Erwähnung des Obersilurs in Bærum mit Profil und Kartenskizze.

1855. TH. KJERULF. — Das Christiania Silurbecken. (Universitätsprogramm für 1855). Mehrere Bemerkungen besonders über die Tektonik.

1857. TH. KJERULF. — Ueber die Geologie des südöstlichen Norwegens. Christiania. Siehe besonders die Besprechung des Profils in Bærum von Sandviken nach Kolsaas (Pag. 86—89 und Profil auf Pl. III).

1865. TH. KJERULF. — Veiviser ved geolog. Excursioner i Christiania Omegn. (Universitätsprogramm für 1865, II).
Eine ganze Reihe obersilurischer Fossilien wird hier aus dieser Gegend aufgeführt.

1879. TH. KJERULF. — Udsigt over det sydlige Norges Geologi. Christiania.
Kurze Bemerkungen auf Pag. 48—50.

1884. M. O. HERRMANN. — Ueber Dislocationen im Sandvikthal bei Kristiania. (Nyt Mag. f. Nat., Bd. 28, Pag. 74).

1884. TH. KJERULF. — Dislokationerne i Kristianiadalen. I—II. (Nyt Mag. f. Nat., Bd. 28, Pag. 79 und 171).
Wichtige Arbeit über die tektonischen Verhältnisse.

1886. W. C. BRØGGER. — Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. (Nyt Mag. f. Nat., Bd. 30).
Grundlegend für die Tektonik der ganzen Gegend.

1901. J. KIÆR. — Etage 5 i Asker. (Norges Geol. Unders. Aarbog. 1902. 1).
Kurze Bemerkungen über den untersten Teil des Obersilurs.

Geologische Karten:

1855. TH. KJERULF. — Geologische Uebersichtskarte des Christiania Silurbeckens. 1 : 100,000. (In „Das Christiania Silurbecken").
Erste geologische Karte, wo das Obersilur ausgeschieden ist; die einzelnen Etagen sind nicht geschieden.

1865. TH. KJERULF. — Geologisk Kart over Kristiania Omegn. 1 : 100,000. (In „Veiviser ved geol. Excursioner" etc).
Die grundlegende geologische Karte der ganzen Gegend.

1872. TH. KJERULF (und O. A. CORNELIUSSEN). — Geologisk Rektangelkart, 14 D. Kristiania. 1 : 100,000.
Die neueste geologische Karte, vergriffen.

Historische Übersicht.

Auf seiner Reise nach Kristiania im Jahre 1844 hatte MURCHISON Gelegenheit, mehrere wichtige Profile in Bærum und Asker zu studieren. Am genauesten wird das Profil bei Øverland erwähnt; hier fand er, dass sicher obersilurische Schichten mit *Spirifer* und *Leptaena* von dem roten Sandstein überlagert wurden. Er wurde hierdurch davon überzeugt, dass der rote Sandstein wirklich devonisch ist. Sein Profil durch das Kristianiatal stellt auch diese Verhältnisse dar. Näher wird das Obersilur hier nicht erwähnt. In seiner Nachschrift sagt MURCHISON, dass er oberhalb Skovum (= Skogum) bei Asker denselben Durchschnitt wie bei Krokkleven gesehen habe, „nämlich von einem porphyrischen

Trap mit unterliegendem Old Red-Konglomerat, durch einen Gürtel von (Ludlow?) Bildungen, die durch *Leptaena, Spirifer, Terebratula Wilsonii* und viele Korallen charakterisiert werden, hinunter in Schiefern, kalkreichen Platten und dickknolligen Kalken. Alles dieses sind obersilurische Schichten, die deutlich auf den schwarzen, schiefrigen, untersilurischen Ablagerungen ruhen, deren oberste Schichten als Aequivalente für den Horderley- und Woolhope-Kalk in England betrachtet werden können." MURCHISON hat hier offenbar eine Namensverwechslung gemacht. Oberhalb Skogum finden sich nämlich von obersilurischen Schichten nur Unteres Llandovery, das von MURCHISON noch dem Untersilur zugerechnet wurde, und das Silur wird hier von den schroffen Porphyrwänden durch Verwerfungen getrennt. Ich nehme deshalb an, dass er Kolsaas mit Skogumsaas verwechselt hat.

Für KJERULFS Untersuchungen spielen die Profile in Bærum und Asker eine bedeutende Rolle. Nächst dem Malmøgebiet scheint er kein anderes so genau untersucht zu haben wie gerade dieses. Hiervon zeugen auch in unserer Sammlung die zahlreichen Fossilien, die schon von KJERULF hier eingesammelt waren.

Seine Profile in „Das Christiania Silurbecken" (1855) sind noch sehr ungenau, was die silurischen Schichten betrifft (Pag. 51). Einen sehr bedeutenden Fortschritt zeigt sein Profil (1 : 10,000) von Kolsaas nach Snarø zwei Jahre später [1], obwohl auch dies einige Fehler besitzt. Seine Beschreibung von diesem Profil gibt wertvolle Aufklärungen über die Schichtenfolge des Obersilurs zwischen Sandviken und Kolsaas; sie ist aber ganz flüchtig skizziert und besonders für Wenlock und Ludlow sehr oberflächlich behandelt.

Einige Jahre später zählt KJERULF in seinem „Veiviser" eine Reihe obersilurischer Fossilien aus Bærum und Asker auf; die meisten sind bei Sandviken, Øverland und Leangen eingesammelt:

Etage 6 (Etage 5β, KJERULF):

Retepora reticulata, HIS. Jong.
Cyathophyllum Loveni, ? EDW. & H. Sandviken.
Favosites asper, D'ORB. Sandviken.
Omphyma turbinata, EDW. & H. Sandviken.
Tentaculites ornatus, SOW. Jong.
Orthis calligramma, DALM. Sandviken.
Spirifer (Orthis) insularis, VERN. Bryndø.

[1] Über d. Geol. d. südl. Norwegens, 1857, Pl. III und Pag. 86–87.

Pentamerus (Stricklandinia) lens, Sow. Spirodden, Sandviken.
Strophomena tenuistriata, Sow. Sandviken.
Cyclonema crebristria, M'Coy. Leangen.

Etage 7 (Etage 6, 7, Kjerulf):

Favosites multipora, Lonsd. var. (Fig. 33). Sandviken.
Favosites Gothlandica, L. var. *asperula* (Fig. 35). Sandviken.
Favosites Gothlandica, L. var. *minor*. (Fig. 34). Sandviken.
Stromatopora striatella, d'Orb. Sandviken.
Heliolites interstincta, Edw. & H. Sandviken.
Heliolites Murchisoni. Sandviken.
Pentamerus oblongus, Sow.

Etage 8 (Etage 8 α—β, Kjerulf):

Graptolithus ludensis, Murch. Øverland (α).
Tentaculites ornatus, Schl. Øverland (β).
Spirifera plicatella, Dalm. Øverland (β).
Beyrichia sp. Øverland (β).

Etage 9 (Etage 8 γ, Kjerulf):

Favosites cristata, Edw. & H. Øverland.
Pterinea Sowerbyi, M'Coy. Øverland, Fleskum.
Chonetes striatella, Dalm. Øverland.

Dieses Verzeichnis gibt ja nur eine schwache Idee von der teilweise reichen Fauna in diesem Gebiete; sie macht auch keinen Anspruch darauf vollständig zu sein, und ist wohl als ein erster Versuch anzusehen.

Eingehendere stratigraphische Mitteilungen über das Obersilur in Bærum und Asker hat Kjerulf nicht gegeben. In seiner grossen Arbeit „Udsigt over det sydlige Norges Geologi“ (1879) behandelt er die silurischen Etagen nur ganz flüchtig. Dagegen gibt er in einer späteren Arbeit interessante neue Beiträge zur Kenntnis der tektonischen Verhältnisse, speziell der Verwerfungen, in Asker und Bærum [1]. Hierüber hat auch O. Hermann ungefähr gleichzeitig eine kurze Mitteilung gemacht. Kjerulf versucht in dieser interessanten Arbeit, die Hauptverwerfungslinien dieser Gegend auf Grundlage der neuen topographischen Karte im Massstabe von 1:25,000 zu bestimmen. Obwohl mehrere seiner Annahmen sich durch spätere Untersuchungen von

[1] „Dislokalisationerne i Kristianiadalen“ I—II.

W. C. Brøgger und dem Verfasser als unrichtig erwiesen haben, hat doch diese Arbeit als erster Versuch bedeutendes Interesse.

2 Jahre später erschien W. C. Brøggers Arbeit „Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords“, worin die Hauptzüge der Tektonik in der Umgebung des Kristianiafjords in meisterhafter Weise auseinandergesetzt werden. Sie ist deshalb für eine Untersuchung der geologischen Verhältnisse beim inneren Kristianiafjord von grösster Bedeutung. Weitere Beiträge finden sich auch in seinen späteren Arbeiten [1].

Während somit die allgemeinen geologischen Verhältnisse in Asker und Bærum ziemlich eingehend studiert worden sind, ist über das Obersilur seit Kjerulfs Zeit nichts Spezielles publiziert worden. Nur einige Bemerkungen über die ältesten obersilurischen Schichten finden sich in Arbeiten des Verfassers über die Etage 5 oder den jüngsten Teil des Untersilurs in dieser Gegend [2].

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Im N. und NW. des inneren Kristianiafjords breitet sich ein verhältnismässig niedriger, fruchtbarer, aber ziemlich kupierter Talboden aus, der aus gefaltetem Silur gebildet ist. Dies malerische Silurland steigt allmählich aus dem Fjord hervor, der in denselben weichen Schichten ausgegraben ist, bis es im N. von den Höhen des grossen Nordmarkit-Gebietes in Nordmarken, im NW. von den schroffen Stürzungen des centralen Porphyrplateaus zwischen dem Kristianiatal und Ringerike abgegrenzt wird. Im O. von dem Fjord hebt sich das Grundgebirge in niedrigen Gebirgslinien. Die Hauptlinien dieser Landschaft sind durch grosse Verwerfungen bestimmt, und das Ganze bildet nach Brøggers Untersuchungen ein grosses elliptisches Einsenkungsfeld, das von Kjerulf „das Kristiania Silurbecken“ genannt wurde.

Das Silurland wird hier hauptsächlich aus kambrischen und untersilurischen Schichten gebildet. Nur weit im O. auf den SO.-lichen Inseln des Bundefjords — im Malmøgebiet — und weit im W. in den Kirchspielen Asker und Bærum, die NW.-lich vom Fjord liegen, sind obersilurische Schichten erhalten.

Dies eigentümliche Verhalten ist dadurch zu erklären, dass der innere Kristianiafjord mit dem Kristianiatal in zwei Hauptplatten zerfällt, wovon

---

[1] Speziell in Z. f. Kryst. u. Min., Bd. 16, 1890, Pag. 93–100.
[2] Etage 5 i Asker, N. Geol. Unders. Aarb. 1902, 1.

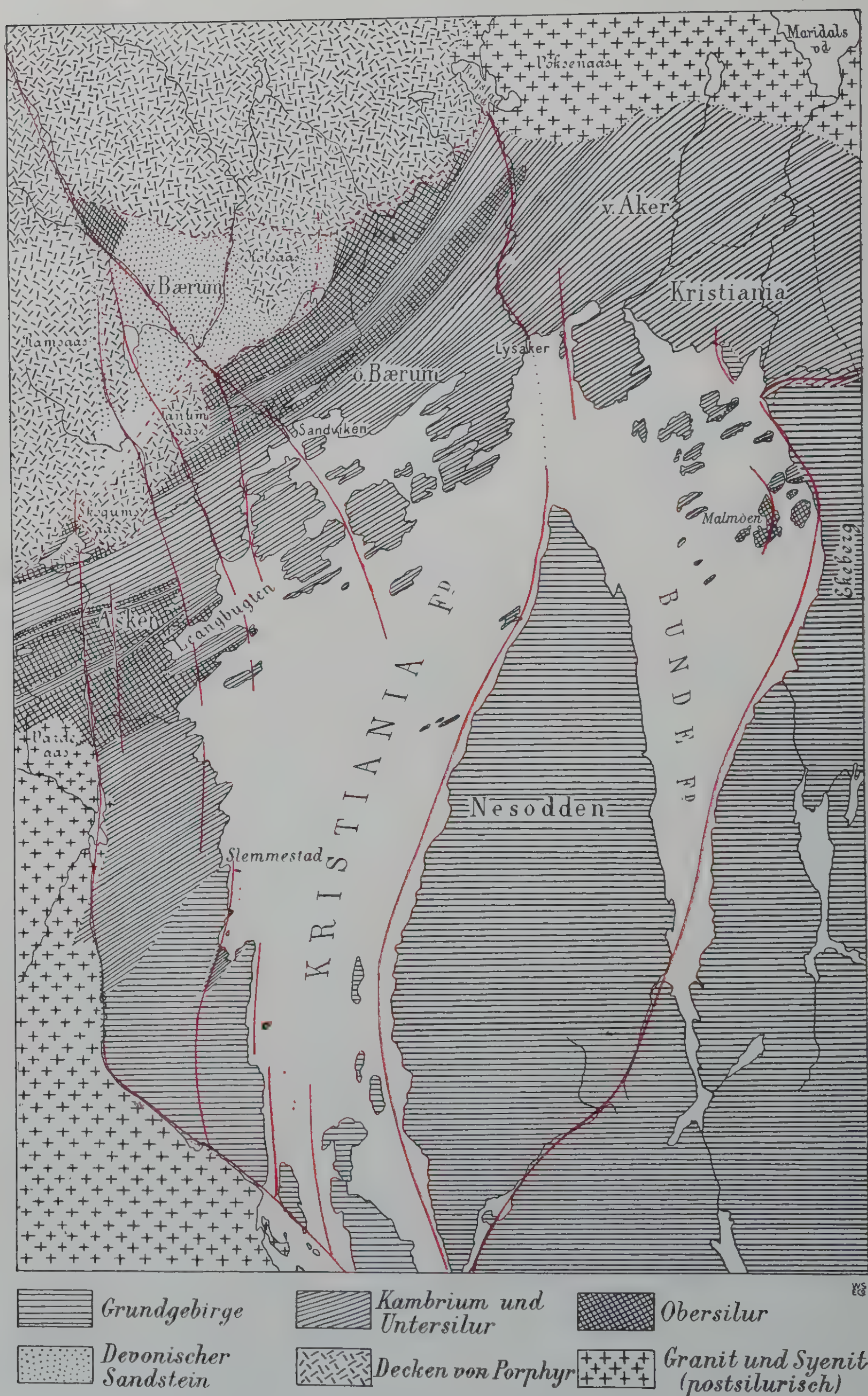


Fig. 80. Die Hauptverwerfungslinien im inneren Kristianiafjord, wesentlich nach BRØGGER, im Massstabe von 1 : 200,000.
Die Verwerfungslinien sind mit rot bezeichnet.

die östliche am tiefsten im O., die westliche am tiefsten im W. eingesunken ist. Der Erosion ist deshalb im O. und W. am wenigsten in die Schichtenreihe eingedrungen.

Sehr deutlich ist dies in Asker und Bærum zu sehen. Das Silur liegt gefaltet mit WSW.—ONO.-lichen Achsenlinien, und die einzelnen Zonen können durchgehends als lange schmale Streifen verfolgt werden, die dieselbe Richtung besitzen. Wenn man das Silurland hier von O. nach W. untersucht, trifft man erst die untersten Zonen des Obersilurs als ganz schmale Streifen an; diese verbreiten sich allmählich, jüngere und jüngere Zonen tauchen auf, und es bilden sich in dieser Weise breitere obersilurische Areale, die mit untersilurischen abwechseln.

Es finden sich deshalb hier in diesem Gebiet eine Reihe gesonderte, obersilurische Streifen, die sich durchgehends gegen W. (SW.) verbreitern; diese gruppieren sich aber in zwei Hauptverbreitungsgebieten.

Südlich in Asker gruppiert sich das Obersilur um Leangen herum. Nördlich in Bærum breitet es sich westlich, nordwestlich und nördlich von Sandviken aus.

Bevor ich näher auf das Auftreten des Obersilurs in diesen Arealen eingehe, will ich ganz kurz die allgemeinen geologischen Züge der gesamten Gegend schildern. Sie sind durch Kjerulfs und Brøggers Untersuchungen ganz gut bekannt und bedürfen deshalb keine weitläufigere Beschreibung.

Faltung und Streichen der Silurschichten.

Die Schichten des Silurs liegen, wie gesagt, am inneren Teil des Kristianiafjords mehr oder weniger gefaltet, mit Achsenlinien, die gewöhnlich eine WSW.—ONO.-liche Richtung besitzen. Im westlichen Teil von Asker ist das Streichen gewöhnlich N. 70—75° O., ungefähr wie es weiter im Westen im Lierdal zu sein scheint; im östlichen Teil von Asker wird es durchgehends mehr nördlich; ich habe hier gewöhnlich N. 60—65° O. gefunden, ja an vielen Stellen, besonders weit im O., N. 50—55° O. Ähnlich ist das Streichen in der nächsten Nähe von Sandviken und auf den zahlreichen Inseln im SO. und O. von dieser Stelle. Auch auf Bygdø, im westlichen Teil von Kristiania, und auf den silurischen Inseln im Bundefjord, findet man gewöhnlich dasselbe Streichen (N. 55—60° O.), das somit das normale Streichen im Kristianiatal darstellt. Im östlichen Teil von Kristiania ist jedoch das Streichen wieder mehr östlich — N. 82—87° O. Kehren wir nun nach Sandviken zurück und untersuchen wir die Gegend im N. und NNO., so finden wir

hier eine interessante Veränderung des Streichens. Schon bei Fleskum und Ekeberg hat das Streichen, das in der nächsten Umgebung von Sandviken N. 50—60° O. ist, sich zu N. 35—45° O. verändert; dieselbe Richtung habe ich bei Haslum und weit im NO. bei Grini Mølle (Lysakerelv) gefunden. Bei Hosle ist das Streichen N. 25° O. und westlich von hier in den Silurhöhen bei Øverland und Sten sogar N. 10—15° O. Das Streichen hat in dieser Weise im NW.-lichen Teil von Asker und Bærum im Gegensatz zum gewöhnlichen Verhältnis im Kristianiatale einen vollständig bogenförmigen Verlauf (N. 75° O.—N. 10° O). Besonders deutlich tritt dies in Bærum zwischen Sandvikselv und Øverland auf.

Die Faltung der Silurschichten ist ziemlich stark besonders in Asker, wo sowohl die untersilurischen als die obersilurischen Schichten stark gefaltet sind (Fig. 82). Weniger stark ist sie in der obersilurischen Gegend in Bærum. Hier kommt man in der nächsten Umgebung von Kolsaas in eine Gegend mit scheinbar isokliner Schichtenstellung hinein; die obersilurischen Schichten fallen in diesem 0.75—1.75 Km. breiten Gürtel mit nach Norden immer flacherem Einfallen unter dem devonischen Sandstein ein, der mit den Porphyren zusammen den imposanten Kolsaas (338 m.) bildet (Fig. 85).

Dass man hier in Wirklichkeit den SO.-lichen Flügel einer grossen flachen Mulde vor sich hat, zeigt das Profil im oberen Teil des Sandviksdal. Es ist dies wohl die Fortsetzung der grossen Mulde, die auf beiden Seiten des Lierdal prachtvoll aufgeschlossen ist.

In der allgemeinen Entwickelung der Faltung hat man somit in dieser Gegend eine grosse Übereinstimmung mit den beschriebenen Verhältnissen auf Ringerike.

Durch die spätere Ausmodelierung durch die Erosion tritt das Streichen der Silurschichten gewöhnlich sehr deutlich hervor, indem die widerstandsfähigeren Teile der Schichtenfolge zu mehr oder weniger schroffen, bewaldeten Längsrücken ausgearbeitet sind. Besonders deutlich heben sich in dieser Weise die harten Bänke des obersten Untersilurs (5 b) und die mächtigen Kalkzüge des Oberen Llandovery und des Ludlows in der Landschaft hervor, und schon gute topographische Karten der Gegend wie „Kart over Kristiania omegn“ im Massstab von 1 : 25,000 bringen deshalb die Verhältnisse des Streichens sehr schön zum Vorschein.

Die grossen Quer-Verwerfungslinien und Einsenkungen der Hauptplatten.

Nicht weniger deutlich tritt ein anderer wichtiger Teil der Tektonik, nämlich die Verwerfungen, landschaftlich hervor. Besonders die grossen Quer-Verwerfungen mit einem N.-lichen oder mehr NW.-lichen Verlauf, die speziell von Kjerulf und Brøgger studiert worden sind, lassen sich topographisch schön verfolgen. Sie durchbrechen als Quertäler mit Flüssen und kleinen Seen, als Pässe und Sunde die Längsrücken der Silurschichten und können in dieser Weise als lange „Linien" (Kjerulf) in der Landschaft verfolgt werden. Wie Kjerulf zuerst angedeutet hat, durchschneiden sie auch die mächtigen Decken der Porphyre und spielen nach Brøggers Untersuchungen eine ausserordentlich wichtige Rolle für die ganze Topographie. Eine nähere Auseinandersetzung dieser Verhältnisse würde hier zu weit führen. Ich muss auf die Arbeit von Brøgger „Über die Bildung des Kristianiafjords" hinweisen, speziell auf seine sehr interessante Darstellung, wie durch diese grosse Verwerfungen die ganze Gegend des inneren Kristianiafjords ein Einsenkungsfeld bildet (Pag. 157). Folgende von diesen Hauptlinien fallen innerhalb der obersilurischen Gegend in Asker und Bærum:

I. Die Verwerfungslinie des Askerelv und Bondivand. (Die Bondilinie).
II. Die Verwerfungslinie des Skustadelv. (Die Skustadlinie).
III. Die Verwerfungslinie des Næselv. (Die Næselvlinie).
IV. Die Verwerfungslinie des Slæpendenpasses. (Die Slæpendenlinie).
V. Die Verwerfungslinie des Sandvikselv. (Die Sandvikslinie).

Brøgger hat auf einer Karte (Pag. 192) angedeutet, wie diese Linien zusammenlaufen, und wie sie sich zu der grossen Verwerfungslinie auf der Westseite von Næsodden verhalten. Meine Karte (Fig. 80) ist hauptsächlich auf Brøggers Angaben basiert. Die Fortsetzung dieser Linien nach Süden ist, wie Brøgger anführt, jedoch ziemlich unsicher. Hier können die Auffassungen divergieren. Ich meine z. B., dass die Skustadlinie sich nicht, wie Brøgger meint, in die Verwerfung längs dem Abhang Slemmestadtangens, sondern eher in der Verwerfung bei Volden —Arnestad fortsetzt.

Wie Brøgger es dargestellt hat, ist die ganze Gegend des inneren Kristianiafjords durch diese Verwerfungslinien in eine Anzahl Platten aufgeschnitten, die in verschiedener Weise eingesunken und gedreht sind. Brøgger beschreibt 4 solche grosse Platten (II—V), von denen die 3 westlichen (III—V) sich teilweise innerhalb Asker und Bærum befinden.

Im O. liegt eine grosse, nach S. hin spitz zugeschnittene Platte, die gegen O. von der Verwerfungslinie Næsoddens Westabhang—Lysakerelv,

gegen W. und SW. von der grossen Sandvikslinie begrenzt wird. Diese Platte wollen wir die Platte Bærum nennen. Zwischen Sandviken und Øverland zeigt sie sich durch mehrere grössere Verwerfungen zerschnitten, die eine NNW.- oder NW.-liche Richtung besitzen.

In der Mitte hat man eine lange gegen N. hin scharf zugespitzte Platte in O. und NO. von der Sandvikslinie und im W. von der Skustadlinie begrenzt. Dies ist die Platte Tanum, die wieder von mehreren schön zu verfolgenden Verwerfungen aufgeschnitten ist (Næselvlinie, Slæpendenlinie). Eigentlich kann man hier von 3 grösseren langen, schmalen Platten reden.

Im W. hat man endlich die Platte Asker, die von der eben besprochenen Skustadlinie und der langen scharfen Verwerfungslinie Askerelv—Bondivand (Bondilinie) begrenzt wird. In dieser habe ich jedenfalls eine grössere Verwerfungslinie gefunden, nämlich die Verwerfung bei Lekvold, die parallel der Bondilinie und ca. 0.75 Km. östlich von dieser läuft.

Von diesen 3 eingesunkenen Hauptplatten ist die mittlere, die Tanumplatte, am tiefsten eingesunken; sie bildet im Verhältnis zu den zwei seitlichen Platten einen Graben, worin ja der äussere Teil des inneren Kristianiafjords (Storfjorden) ausgegraben ist. Das meiste dieser Platte ist vom Fjord bedeckt; nur im NNO. befindet sich ihr schmaler, zugespitzter Abschluss vollkommen über dem Niveau des Fjords und bildet das eigentümliche Sandviksdal, das ein ausgesprochenes Verwerfungstal ist.

Die Sandvikslinie und die Längsverwerfungen.

Dieser mittlere Teil der Silurgegend in Asker und Bærum, nämlich die Gegend Sandviken—Skustad—Isi mit dem Sandviksdal, ist ohne Zweifel einer der interessantesten Teile des ganzen Kristianiagebietes.

Die centrale Linie ist hier die lange, schöne Verwerfungslinie Ostsund—Sandvikselv—Isielv (KJERULFS Sandvikslinie). Wahrscheinlich kann sie durch das ganze Porphyrplateau bis nach Krokkleven verfolgt werden. Sie wurde im Detail von HERMANN und KJERULF bei Sandviken studiert[1].

Die Resultate, wozu diese zwei Forscher damals kamen, sind meiner Meinung nach nicht ganz stichhaltig. Im NW. bei Tukerud und Elvebraaten habe ich mit Bezug auf die treppenförmige Verwerfung des

[1] HERMANN, Über Dislokat. in Sandviken und KJERULF, Dislokationerne i Kristianiadalen, I. (N. Mag. f. Nat., Bd. 28, Pag. 74 und 79).

*Pentamerus*kalkes dasselbe wie sie gefunden; dagegen haben sie sicherlich die Verhältnisse im SO. bei Jong und Sandviken unrichtig aufgefasst. Hier konstruieren sie beide eine durchgehende regelmässige Mulde von *Pentamerus*kalk; die Breite dieser Mulde im Ausgehenden benutzt KJERULF als ein Mass für die Verwerfungshöhen, was er in 3 schön gezeichneten Modellen darstellt.

Eine solche regelmässige Mulde ist nur im ONO. im Løkkeaas zu finden; im WSW. ist sie sowohl in dem Stück zwischen der Sandvikslinie und Slæpendenlinie als westlich von dieser letzten durch ein anderes System von Verwerfungen, das KJERULF nicht gekannt hat, so dislociert worden, dass man keine Berechnung hierauf basieren kann. Zugleich haben HERMANN und KJERULF die Schichtenfolge selbst auf mehreren Stellen unrichtig kartiert; der angegebene *Pentamerus*kalk bei Aas ist z. B. in Wirklichkeit Etage 5 a—b; ich weise hier übrigens auf meine Karte hin.

HERMANN und KJERULF haben hier ein anderes System von Verwerfungen übersehen, die eine sehr wichtige Rolle spielen, nämlich die Längsverwerfungen.

Es handelt sich hier um Spaltenverwerfungen, die mehr oder weniger genau in der Streichenrichtung verlaufen. In der Nähe von Sandviken habe ich eine Reihe solcher nachgewiesen.

Zunächst NO.-lich von der Sandvikslinie: Die Verwerfung Øverlandselv—Engervand, wodurch das Ausstreichen der Etage 6 ungefähr verdoppelt wird. Die obersten Schichten auf der SO.-Seite des Engervand gehören zu dem oberen Teil der Zone 6 c α, während die untersten Schichten in der SO.-lichen Steilwand des Løkkeaas sich wieder tief unten in der Etage 6 befinden.

Auf der NW.-Seite des Løkkeaas geht eine neue Verwerfung mit derselben Richtung, Løkeberg—Krabberud. Durch diese grenzen gegen NW., wie meine Karte zeigt, verschiedene Teile des Oberen Llandovery direkt an Schichten, die der Etage 5 a angehören. Der weitere Verlauf dieser Verwerfung nach SW. hin ist schwierig nachzuweisen; möglicherweise teilt sie sich in mehrere Linien.

Bei diesen beiden grossen Längsverwerfungen ist das SO.-liche Stück im Verhältnis zu dem NW.-lichen stark eingesunken.

Die Fortsetzung dieser Verwerfungen im SW. von der Sandvikslinie konnte ohne Schwierigkeit nachgewiesen werden. Wie meine Karte und Profile zeigen, laufen nördlich vom Kampebraaten mehrere Längsverwerfungen, die ganz deutlich die Fortsetzung der gerade beschriebenen darstellen. Hierdurch wird die Mulde im Løkkeaas so aufgespalten und

verändert, dass sie fast nicht wieder zu erkennen ist. Leider ist das Terrain hier sehr überdeckt, so dass nicht alle Details in wünschenswerter Klarheit auseinandergesetzt werden konnten. So viel kann jedenfalls gesehen werden, dass die alte Auffassung KJERULFS von einer grabenförmigen Einsenkung zwischen 2 höherliegenden Stücken nicht richtig sein kann. Ich glaube, dass man hier eine treppenförmige Einsenkung gegen WSW. hat.

Im NW. von den jetzt besprochenen Längsverwerfungen sind in der Silurlandschaft wahrscheinlich eine Reihe ähnliche, aber kleinere vorhanden. Sie sind aber wegen des stark überdeckten Terrains schwierig sicher nachzuweisen. Nur bei Øverland habe ich eine Anzahl solche gefunden, überall mit Einsenkungen der SO.-lichen Stücke. Die allmähliche Verbreitung des NW.-lichsten obersilurischen Streifens von Sandvikselv, wo die Zonen 7b—9f ca. 500 m. breit sind, bis Øverland, wo dieselben Zonen 3 mal so breit sind, ist teils durch die Abnahme des Einfallens (von 80—90° bis 25°), teils durch solche Längsverwerfungen zu erklären.

Die grosse Einsenkung des Porphyrplateaus.

Zwischen Øverland und Sten wird das Obersilur konkordant von dem devonischen Sandstein überlagert; weiter im SW., zwischen Dælivand und Sandvikselv, sind dagegen Silur und Devon durch eine grosse bogenförmige Verwerfung geschieden, die das Stück Kolsaas abgrenzt; dies NW-liche Stück mit dem devonischen Sandstein und darüberlagernden Porphyren ist hier im Verhältnis zum Silur eingesunken. Wir kommen hier zu der SO.-Grenze der grossen centralen Einsenkung des Kristianiagebietes, die die allergrösste Bedeutung für die Topographie dieser Gegend gehabt hat.

Diese Grenze wird von mehr oder weniger bogenförmigen Verwerfungen gebildet, die in Bærum eine NO—SW-liche, in Asker eine ONO—WSW-liche Richtung haben. Das centrale Gebiet ist überall sehr stark eingesunken, und hat sich gerade hierdurch gegen die Erosion geschützt, während das Terrain im SO, das ursprünglich viel höher lag, viel tiefer ausgegraben wurde. Wir müssen uns denken, dass hier im SO die schützenden Decken der Porphyre schon frühzeitig abgetragen wurden; die Erosion konnte dann hier viel rascher arbeiten und hat das Land tief in die silurischen Schichten hinein talähnlich ausgegraben, während sie in der am stärksten eingesunkenen centralen Partie die Porphyr-



Fig. 81. Geologische Kartenskizze des Obersilurs in Asker, 1:50 000. Die zahlreichen Eruptivgänge sind ausgelassen, und nur die grössten Verwerfungen eingezeichnet.

decken noch nicht wegerodiert hat. Diese ragen deshalb jetzt als Berge auf.

Bei diesen mächtigen Verwerfungslinien, die das Porphyrfeld begrenzen, entstehen merkwürdige Profile. Da die Verwerfungslinien von herabgestürzten Blöcken überdeckt sind, bekommt man erst den Eindruck, dass der oberste Teil der flach lagernden Schichten des devonischen Sandsteins mit dem Konglomerat und den darüberliegenden Porphyren diskordant verschiedene Teile des gefalteten Silurs überlagern. (Die Profile von Garløshøiden, Tanumaas, Skogumsaas etc.). Diese Auffassung ist bei der ersten, noch flüchtigen Untersuchung ganz natürlich, und wurde auch von Th. Kjerulf geltend gemacht Er glaubte sowohl hier als bei Sønsterud und Næs (Holsfjord), wo die Verhältnisse ganz analog sind, wirkliche ursprüngliche Diskordanzen vor sich zu haben. Die Unrichtigkeit dieser Auffassung ist dann später von Brøgger nachgewiesen. Er meint, dass man bei diesen Profilen, so wie ich es oben skizziert habe, eine Einsenkung vor sich habe, möglicherweise in Verbindung mit einer Überschiebung. Dieser letzte Gedanke ist, so viel ich weiss, von Brøgger nur in Vorlesungen auseinander gesetzt. Ich kann nicht näher hierauf eingehen und will nur als meine Auffassung hervorheben, dass diese Verhältnisse, wo ich sie gesehen habe, ohne Zuhilfenahme einer Überschiebung, einfach durch Spaltenverwerfungen erklärt werden können.

Nachdem im Vorhergehenden die für das Silur wichtigsten tektonischen Züge geschildert sind, kann ich zu der näheren Beschreibung der obersilurischen Gebiete übergehen.

Wie schon gesagt gruppieren sich die verschiedenen obersilurischen Streifen oder Züge in zwei Hauptverbreitungsgebieten, Asker und Bærum, die jedes für sich betrachtet werden müssen.

Das Obersilur in Asker.

Das stark gefaltete Obersilur in Asker teilt sich in mehrere parallele Streifen, die von untersilurischen Schichten getrennt sind.

Der grösste von diesen Streifen ist der südlichste bei Leangen; er ist auch der stratigraphisch wichtigste, da die besten Profile sich hier befinden (Fig. 81).

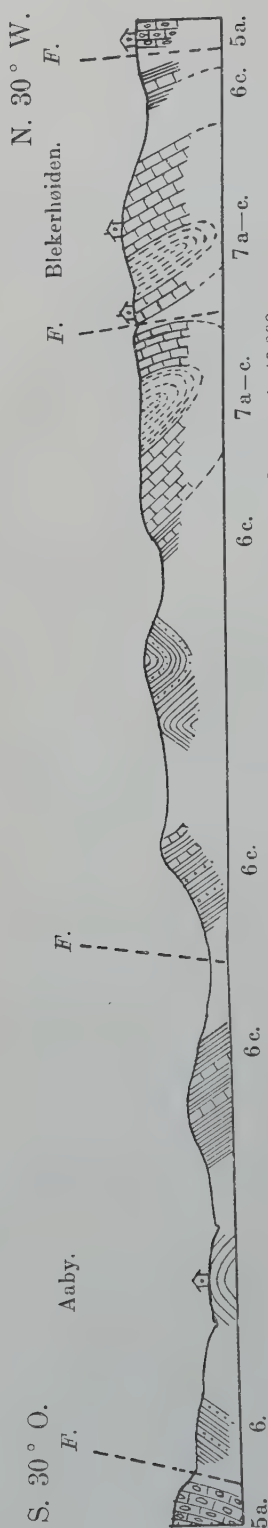


Fig. 82. Profil durch den obersilurischen Streifen Leangen. Im Massstabe von 1:10,000. Das Profil beginnt gleich NO.-lich von Øvre Blakstad und endigt bei Bondihougen.

Die ersten Spuren des Obersilurs zeigen sich hier auf den Inseln im NO. von der Leangbugt. Auf Ostø, Brønnø, Langaaren und Høierholmen befinden sich schmale Streifen des Untersten Llandovery, eingeklemmt in den engen Mulden des Kalksandsteins (5 b). Diese Streifen setzen sich auf dem Festlande bei Hvalsbakken und Konglungen fort und werden hier breiter. Mehrere von den Profilen sowohl hier als auf den Inseln sind sehr wichtig für die Kenntnis der untersten Zonen des Unteren Llandovery (Høierholmen, Konglungø und Hvalsbakken). Bald tauchen auch die oberen Zonen des Unteren Llandovery auf (Leangen, Spirodden), die untersilurischen Züge werden schmäler und schmäler, und bei dem innersten Teil von der Leangbugt und Blakstadbogen bildet sich in dieser Weise ein fast 2 Km. breiter obersilurischer Landstreifen aus, dessen höchste Partie von dem schönen Leangaas eingenommen wird.

Im SO wird das Obersilur durch eine grosse Faltenverwerfung (Blakstad—Blakstadbogen) von dem Untersilur geschieden. Von hier NW-lich bis nach Leangaas liegt das Untere Llandovery in mehreren Falten, das auch die Seiten dieses Bergrückens bildet. Der mittlere höchste Teil besteht aber aus Schichten des Oberen Llandovery in grosser Mächtigkeit; die Schichtenfolge geht bis der Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. (7 c β) hinauf, und liegt in einer mächtigen Doppelmulde gefaltet, die von einer etwas schrägen Längsverwerfung aufgeschnitten ist. Die besten Profile befinden sich im nördlichen und östlichen Teil. Weiter im NW. kommt wieder das Untere Llandovery zum Vorschein, wird aber bald durch eine Faltenverwerfung (gerade wie im S.) von dem Untersilur geschieden (Fig. 82).

Weiter im WSW setzt das Obersilur sich über Bondivand nach Vardeaas und noch weiter fort und wird allmählich von der hier anstehenden Granitmasse stark umgewandelt.

Eine Reihe der früher beschriebenen, grossen Querverwerfungen durchschneiden das hier besprochene Silurland, nämlich:

Die Næslinie (zwischen Konglungø und Konglungen).
Die Skustadlinie (Esviken—Vetrebugten).
Die Lekvoldlinie (Lekvold).
Die Bondilinie (Bondivand).

Sehr schön wird durch die beiden letzteren in den östlichen Stücken das Obere Llandovery stufenartig nach S. vorgeschoben. Diesen grossen südlichen, obersilurischen Streifen nenne ich den **Leangen-Streifen**.

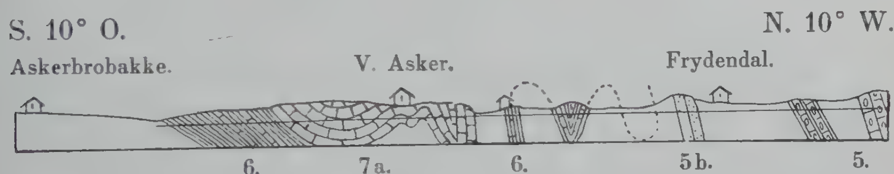


Fig. 83. Profil durch den obersilurischen Streifen Asker, dem Wege entlang von Brobakke nach Sem.
Im Massstab von 1:8300.

Nur durch eine ganz schmale Zone Untersilur geschieden, folgt dann im NNW. ein neuer, breiter obersilurischer Streifen, **der Asker-Streifen**. Er beginnt im ONO. bei Haga, Reistad und Hofstad auf der Westseite des Quertales, der hier im N. von der Leangbugt die Skustadlinie bezeichnet, und wechselt bei Haga und Reistad noch mit untersilurischen Schichten ab. Bei Haga ist der Streifen mit gefalteten Schichten des Unteren Llandovery nur 500—600 m. breit; gegen WSW. verbreitert er sich bedeutend und erlangt auf der Ostseite von Askerelv eine Breite von ca. 1100 m. Hier bei den Höfen Asker beginnt eine schmale Mulde des Oberen Llandovery, die sich in WSW. über Hogstadvand fortsetzt. Wie das Profil von Askerbrobakke nach Frydendal zeigt (Fig. 83), ist das Obersilur besonders im NNW-lichen Teil sehr stark gefaltet; es scheint nicht wie im südlichsten Streifen durch Längsverwerfungen von dem Untersilur auf beiden Seiten geschieden. Ich habe der Grenze entlang auf vielen Stellen die regelmässige Schichtenfolge vom Obersten Untersilur (5 b) bis zum Untersten Llandovery gefunden. Die Lekvoldlinie und Bondilinie schneiden auch hier sehr deut-

lich durch. Die besten Profile befinden sich bei Askerelv und in dem Eisenbahn-Schnitte zwischen Asker St. und Hofstad.

Die weitere WSW-liche Fortsetzung dieses und des vorigen obersilurischen Streifens habe ich nicht untersucht. Sie setzen sich weit in das Tal nach Traneby hinein, sind aber von dem Granit so stark umgewandelt, dass sie hier keine stratigraphische Bedeutung haben.

Gleich nördlich von dem Asker-Streifen liegt ein ganz schmaler Streifen des Unteren Llandovery; er beginnt bei der Skustadlinie bei Holtebraaten, setzt sich über Bjørndalen nach Haugbo fort und ist nur 200—250 m. breit. Im NNW. wird er von dem (teilweise invertierten) Kalksandstein (5 b) regelmässig begrenzt; im SSO. läuft dagegen jedenfalls teilweise eine grössere Verwerfung. Die westliche Fortsetzung dieses Streifens, den ich den **Haugbo-Streifen** nenne, ist etwas unsicher. Auf der Westseite der Lekvoldlinie setzt er sich noch bei Haugbo sehr deutlich fort; weiter im WSW. habe ich dagegen auf beiden Seiten der Bondilinie untersilurische Schichten angetroffen; nur im W. von Biterud traf ich Unterstes Llandovery in geringer Mächtigkeit zwischen Kalksandsteinzügen an.

Im NNW. von dem letzt besprochenen Streifen folgt dann ein breiter Landstreifen mit untersilurischen Schichten (1100—1500 m. breit). In diesem finden sich nur in dem Bergrücken bei Skogum und bei Stensrud Schichten des Unteren Llandovery in ganz engen Mulden des Kalksandsteins eingeklemmt.

Bei dem SO-lichen Teil des Semsvand beginnt dann ein etwas breiterer Streifen (ca. 250 m.) mit Llandovery-Schichten — **der Sem-Streifen.** Zwischen Sem und Tangen findet sich ein gutes Profil; es zeigt uns, dass das Untere Llandovery hier in einer Doppelmulde mit im NW. überkippten Schichten liegt. Im WSW. bei Lunterud kommen in einer schmalen Mulde auch die Schichten des Oberen Llandovery (7 a—b) zum Vorschein; es ist der dritte Streifen mit Oberem Llandovery in Asker, verschwindet aber sehr bald, indem er von der grossen Verwerfung, die entlang des Porphyrplateaus geht, abgeschnitten wird. Auch im ONO. wird dieser Streifen von einer ähnlichen Verwerfung unterhalb des Skogumsaas abgeschnitten. Die Bondilinie, die sich hier in mehrere geteilt hat, durchschneidet ihn in der Mitte.

Auch nördlich vom Semsvand, im innersten Teil des tiefen Einschnittes zwischen dem Skogumsaas und dem Bruaas taucht ein letzter Streifen des Unteren Llandovery bei dem Platz Haajum auf.

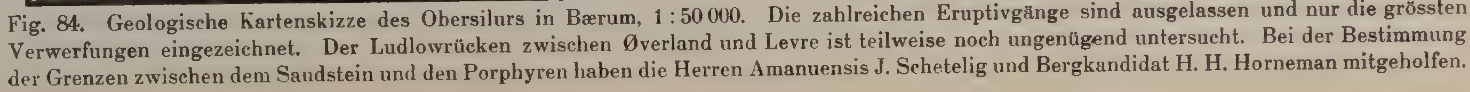


Fig. 84. Geologische Kartenskizze des Obersilurs in Bærum, 1 : 50 000. Die zahlreichen Eruptivgänge sind ausgelassen und nur die grössten Verwerfungen eingezeichnet. Der Ludlowrücken zwischen Øverland und Levre ist teilweise noch ungenügend untersucht. Bei der Bestimmung der Grenzen zwischen dem Sandstein und den Porphyren haben die Herren Amanuensis J. Schetelig und Bergkandidat H. H. Horneman mitgeholfen.

Er ist ganz unbedeutend, ist aber interessant, weil er ungefähr im Streichen des grossen obersilurischen Streifens in Bærum bei Slæpenden—Sandviken liegt.

Wie aus meiner Schilderung hervorgeht, finden sich in Asker zahlreiche Streifen Obersilur, die in dem stark gefalteten Silurland mit Untersilur abwechseln. Die Schichtenstellung ist gewöhnlich steil mit häufig gegen SO. überkippten Falten. Die Schichtenfolge umfasst nur Llandovery; das Untere Llandovery hat die grösste Verbreitung, während das Obere nur in drei der grössten Streifen erhalten ist. Die vollständigste Schichtenfolge befindet sich in dem südlichsten und grössten Streifen Leangen, der wegen seiner zahlreichen guten Profile das bedeutendste stratigraphische Interesse hat.

Das Obersilur in Bærum.

Das Obersilur hat in Bærum etwas weniger Verbreitung als in Asker, ist aber mehr gesammelt. Es bildet im NW-lichen Teil des Silurlandes zwei schmale Streifen, die bei der O.- und SO.-Seite des Tanumaas anfangen, mit der gewöhnlichen, ungefähr ONO.-lichen Richtung über das Sandvikstal streichen und später mehr und mehr in N-liche Richtung umbiegen (Fig. 84). Diese bogenförmige Umbiegung des Streichens habe ich schon geschildert.

Der SO-lichste obersilurische Streifen läuft über das kleine Dorf

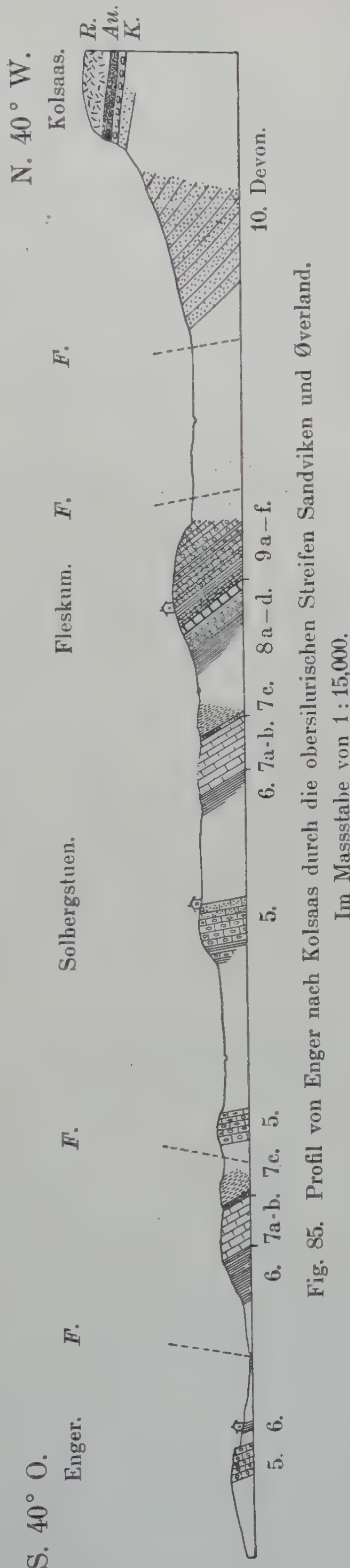


Fig. 85. Profil von Enger nach Kolsaas durch die obersilurischen Streifen Sandviken und Øverland.
Im Masstabe von 1 : 15,000.
F. Verwerfung. *K.* Konglomerat, oberst im devonischen Sandstein. *Au.* Augitporphyrit. *R.* Rhombenporphyr.

Sandviken und kann deshalb der **Sandviks-Streifen** genannt werden. Er beginnt eigentlich in dem nördlichsten Teil von Asker bei Aspelund und Billingstad unterhalb des Tanumsaas. Hier liegt mit steilem NW-lichem Einfallen über der wesentlich als *Holorhynchus*-Kalk entwickelten Zone 5 b die Schichtenfolge des Llandovery in reicher Entwickelung; sie streicht von hier nach Sandviken hinüber und wird

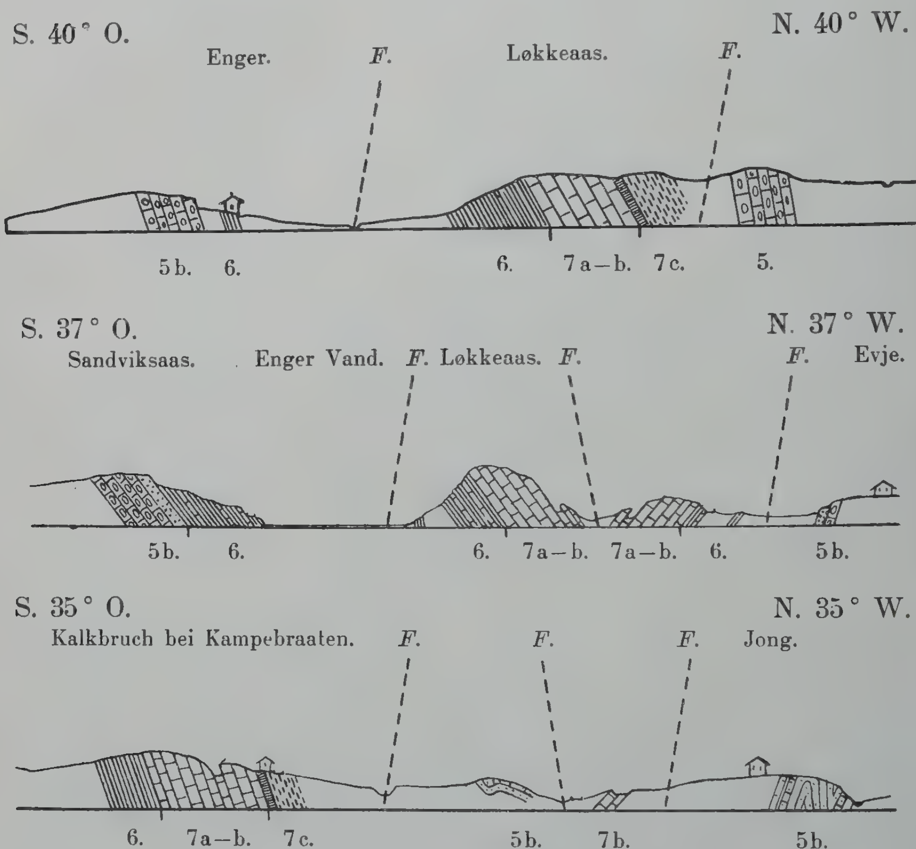


Fig. 86. Drei Profile durch den obersilurischen Streifen Sandviken. Im Massstab von 1 : 8300.

F. Verwerfung. Oben: Profil NO.-lich von Engervand bei Enger. In der Mitte: Profil gleich NO.-lich von Sandviken. Unten: Profil SW.-lich vom Sandvikselv.

von den grossen Verwerfungslinien (Næslinie, Slæpendenlinie und Sandvikenlinie) nebst mehreren kleineren überschnitten. Da hier auch, wie schon geschildert, mehrere Längsverwerfungen auftreten, ist die Tektonik dieses Streifens ziemlich kompliziert. Am übersichtlichsten ist sie wohl beim Engervand in den zwei Bergrücken Sandviksaas und Løkkeaas dicht bei Sandviken (Fig. 86).

Hier hat man im Løkkeaas und dem gleich NW-lich von diesem laufenden Höhenrücken eine schöne Mulde des *Pentamerus*kalkes und des Unteren Llandovery. Die sehr steile SO.-Seite des Løkkeaas wird von Schichten dieser untersten Etage des Obersilurs gebildet, die durch die grosse Längsverwerfung des Engervand im Sandviksaas wiederholt wird.

Dies gut aufgeschlossene und wichtige Querprofil des obersilurischen Streifens zeigt also eine Mulde mit dem SO-lichen Muldenschenkel durch eine Längsverwerfung wiederholt. Das klare Bild wird sowohl im NO als im SW. durch weitere Längsverwerfungen mehr oder weniger verwischt (Fig. 86).

Weitere stratigraphisch wichtige Profile finden sich im NO. bei Lillehagen und Løkeberg, wo die Schichtenfolge in 7 c γ hinaufgeht, und im SW. bei Kampebraaten und Slæpenden, wo auch der untere Teil des Wenlocks hinzukommt.

In der weiteren NO-lichen Fortsetzung dieses obersilurischen Streifens wird das Terrain mehr überdeckt; da auch die Schichten allmählich mehr und mehr umgewandelt werden, hat dieser NO-liche Teil keine grössere stratigraphische Bedeutung. Ich habe ihn über Præsterud, Nadderud und Grindstuen bis nach Bratli, Grini Mølle und Bjerke beim Lysakerelv verfolgt. Hier ist der *Pentamerus*kalk durch eine Verwerfung entlang des Flusses stark verworfen. Dieser obersilurische Streifen hat somit eine Länge von ungefähr 12 Km. Die Breite ist im SW nur 600—750 m., im NO wird sie allmählich weniger. Er macht eine schwache Biegung gegen N.

NW-lich von diesem langen Streifen Obersilur kommt erst ein ungefähr ebenso breiter mit gefalteten untersilurischen Schichten, die den jüngsten Zonen des Untersilurs angehören. Hierauf kommt man wieder in obersilurisches Land hinein, in einen besonders im NO breiten obersilurischen Streifen, den ich nach dem central liegenden Hof Øverland den **Øverland-Streifen** nenne.

Die obersilurische Schichtenfolge hat in diesem ein NW-liches Einfallen, und wird, wo die Verhältnisse ungestört sind, z. B. zwischen Øverland und Sten, von dem devonischen Sandstein konkordant überlagert; man kommt also hier ganz wie beim Stensfjord auf Ringerike in ein scheinbar monoklines Gebiet hinein. In Wirklichkeit hat man die SO-liche Seite einer grossen Mulde vor sich, wie ich es schon früher angedeutet habe (Pag. 302).

Im Øverlandstreifen hat man somit die ganze obersilurische Schichtenfolge entblösst; es ist die einzige Stelle im inneren Kristianiafjord, wo

dies der Fall ist. Das Studium dieses Streifens hat deshalb grosse Bedeutung. Die Schichten sind aber leider besonders im nördlichen Teil nicht unbedeutend metamorphisiert, und da das Land gewöhnlich stark überdeckt ist, konnte die Untersuchung nicht sehr detailliert gemacht werden.

Der Streifen beginnt im SW. unterhalb der östlichen Steilwand des Tanumsaas zwischen Tukerud und Haug und ist hier nicht mehr als ca. 600 m. breit. Die Schichten fallen sehr steil gegen NW (70—80°) und bilden ein kleines, ziemlich hochliegendes Plateau oder Vorstufe des Tanumsaas SW-lich von dem Sandvikselv, der hier in einer tiefen Rinne läuft. NO-lich von dieser setzt sich dies hochliegende Silurland ungestört fort. Der Sandvikselv hat sich durchgebrochen entlang den grossen Verwerfungen Sandvikslinie und Slæpendenlinie, die hier keilförmig zusammenlaufen.

Moränen und andere Glacialablagerungen überdecken hier den grössten Teil des Silurs; nur in den steilen Seiten der Flussrinne kommt, wie die Karte zeigt, das Obersilur zum Vorschein. Die Profile haben hauptsächlich Interesse für das Studium der Verwerfungen. Besonders deutlich ist die Verwerfung des Oberen Llandovery durch die Sandvikslinie und Slæpendenlinie hier zu sehen. Sie wurde schon von Hermann und Kjerulf geschildert, und zeigt nach meiner Auffassung eine stufenförmige Einsenkung der Stücke gegen SW.

Auf der NO-Seite des Sandvikselv wird die Grenze zwischen Obersilur und Devon von dem Dælibæk gebildet. SO-lich von dem Bach stehen Schichten des oberen Ludlows, jedoch nicht der jüngsten Zone, mit schwach invertierter Schichtenstellung (sehr steilem Einfallen gegen SO). NW-lich vom Bach trifft man bei Langelaar Bänke des devonischen Sandsteins mit ziemlich flachem Einfallen gegen NW. Zwischen Devon und Obersilur ist hier eine grosse Verwerfung anzunehmen mit Einsinken des NW-lichen Stückes. Sie scheint den Kolsaas bogenförmig zu umlaufen. Ich denke mir, dass sie ungefähr der Grenze des Obersilurs bis Dælivand folgt und von hier in nördlicher Richtung in die tiefe Bergschlucht zwischen Stensaas und Garløsaas hineinläuft. In der eigentümlichen Depression beim Dælivand sind vielleicht mehrere Verwerfungen vorhanden. Erst im nördlichsten Teil des obersilurischen Streifens zwischen Øverland und Sten werden die obersten Zonen des Obersilurs von dem devonischen Sandstein überlagert, indem die grosse Verwerfung erst bei Sten durchschneidet.

Wir müssen jetzt zu dem Obersilur auf der NO-Seite des Sandvikselv zurückkehren, um sein weiteres Auftreten in NO-licher Richtung zu verfolgen.

Im Anfang ist das Land flach und stark überdeckt. Nur der *Pentamerus*kalk kann deutlich von Elvebraaten bis nach Helgerud verfolgt werden; hier wird er durch eine Querverwerfung in SO-licher Richtung stark verschoben; auch westlich von Helgerud scheint er verschoben zu sein.

Von Helgerud ab wird die obersilurische Schichtenfolge mehr entblösst und die widerstandsfähigeren Abteilungen treten als deutliche Längsrücken hervor. Hier findet sich auch deshalb eine Reihe wichtiger Profile.

Das Untere Llandovery ist am meisten überdeckt; seine Schichten bilden gewöhnlich eine Versenkung zwischen den harten Bänken der Etage 5 b und dem *Pentamerus*kalke, der fast immer als Längsrücken aufragt. Am besten ist es zu sehen am Wege zwischen Engebraaten und Nes. Die Längsrücken des *Pentamerus*kalkes (7 a—b) laufen über Søndre Gjettum, Nes, Haslum und Hosle und hören endlich auf in der Nähe von Toppen, auf der SO-Seite der Versenkung, in welcher der Øverlandselv hier läuft. Die Schichtenstellung ist überall in diesem unteren Teil des Obersilurs steil (55—70° Einfallen gegen NW bis WNW). Die Veränderung des Streichens fängt besonders bei Nes an (N 47° O), und wird bei Hosle noch stärker (N 25° O).

Nach den Längsrücken des *Pentamerus*kalkes folgt eine Versenkung, die im SW ganz schmal ist, gegen NO aber allmählich breiter wird. In dieser kommen hin und wieder die Schichten der Abteilung 7 c zum Vorschein. Besonders 7 c β oder der obere *Pentamerus*kalk bildet stellenweise kleine Längsrücken. Nördlichst steht er auf der SO-Seite des Øverlandselv bei Haga an. Im ganzen ist jedoch das Terrain stark überdeckt.

Hierauf hebt sich dann ein grosser, breiter Längsrücken, der von den Kalkzonen des oberen Wenlocks und Ludlows gebildet ist und worauf die Höfe Nordre Gjettum, Fleskum, Garløs und Øverland liegen. Seine SO-Seite besteht aus Wenlockschiefer, der leider schlecht entblösst ist. Er ist im SW. schmal, wird im NO breiter und breiter und läuft wegen der Veränderung des Streichens in einem ausgesprochenen Bogen. Das Einfallen der Schichten ist im SW ca. 50° und nimmt nach NO allmählich ab, bis es bei Garløs ca. 25° beträgt.

Diese eigentümliche Abnahme des Einfallens genügt aber nicht, um die starke Verbreiterung des höheren Obersilurs (7 c—9 g) nach NO zu erklären, von 400 m. bei Fleskum bis 1200 m. bei Øverland. Hier muss man Längsverwerfungen mit Einsinken der östlichen Stücke, die auf mehreren Stellen nachweisbar sind, zu Hilfe nehmen. Mehrere solche durchschneiden sicherlich die Flächen zwischen Haug und Øverland, wo die Zone 7 c β mehrmals wiederholt ist. Auch der Höhenrücken bei Øverland ist von solchen durchzogen.

Nördlich von Øverland und Garløs werden dann endlich die Schichten des Ludlows, die hier von dem devonischen Sandstein konkordant überlagert werden, von einer mächtigen Verwerfung unterhalb Garløsaas abgeschnitten, ganz wie im SW beim Tanumaas. Nach dieser neuen bogenförmigen Verwerfungslinie, die ungefähr über Sten streicht, ist das Stück im W. so stark eingesunken, dass das Obersilur hier direkt an die Augitporphyritbänke grenzt.

Die wichtigsten Profile durch den Wenlock-Ludlow-Rücken finden sich bei Nordre Gjettum, Fleskum und Øverland—Sten, wo Strassen hinüber führen.

Ich will schliesslich hervorheben, dass die Veränderung des Streichens und die damit in Verbindung stehende Umbiegung des obersilurischen Streifens nicht allmählich, sondern ruckweise vor sich geht; sie steht deutlich in Verbindung mit Querverwerfungen, die das Silurland hier durchschneiden, und ist augenscheinlich verursacht durch verschiedenartiges Einsinken und Verschiebung der einzelnen Stücke.

Stratigraphische Beschreibung.

Das Obersilur in Asker und Bærum liegt topographisch ungefähr in der Mitte zwischen Ringerike und dem Malmøgebiet. In Übereinstimmung hiermit bildet es denn auch, wie wir sehen werden, in faunistisch-stratigraphischer Hinsicht eine interessante Zwischenstellung zwischen der westlichen und östlichen Faciesentwickelung. Diese Zwischenstellung ist in der Weise entwickelt, dass die Faciesentwickelung in einigen Zonen mit derjenigen auf Ringerike, in anderen mit derjenigen im Malmøgebiet nahe übereinstimmt. Die Ausbreitungsgebiete dieser zwei Hauptentwickelungen haben sich somit hier stetig hin und her

geschoben. Andere Zonen sind wieder in einer Entwickelung vorhanden, die nicht anderswo angetroffen ist. Dies ist besonders im untersten Teil, im Unteren Llandovery, der Fall. Diese unterste Etage hat natürlich deshalb ein ganz spezielles Interesse und muss eingehender als die übrigen beschrieben werden.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

Das Untere Llandovery wird in Asker und Bærum von einer ca. 170 m. mächtigen Schichtenfolge gebildet, die am meisten Übereinstimmung mit der Faciesentwickelung im Malmøgebiete zeigt und wie in diesem aus reichlichem Schiefer, Kalkschichten und Kalksandsteinschichten zusammengesetzt ist. Auch hier zerfällt die Etage in zwei scharf gesonderte Teile: einen oberen, kalkreicheren, wo *Stricklandinia lens,* Sow. oft massenhaft vorkommt, und einen unteren, kalkärmeren, ohne diese Form. Während nun die Übereinstimmung mit dem Malmøgebiete im oberen Teile gross ist, treten uns im unteren bedeutende Unterschiede entgegen. Hier tritt eine ganz eigenartige faunistische Entwickelung auf, die ich nicht anderswo angetroffen habe. Diejenigen Zonen, die ich für das Malmøgebiet aufgestellt habe, können deshalb im unteren Teile nicht mit Sicherheit wiedererkannt werden.

In Asker und Bærum unterscheide ich nach dem Profil auf Spirodden folgende Zonen des Unteren Llandovery:

6 a α. Die schieferreiche Zone mit *Triplecia insularis,* Eichw. ca. 20 m.
6 a β. Die kalkreiche Zone mit *Meristella subundata,* M'Coy. und den *Streptis*-Schichten . . . . ca. 45 m.
6 b α. Die fossilienarme Zone mit den dicken Kalksandsteinschichten 14—15 m.
6 b β. Die schieferreiche Zone mit Kalkschichten reich an *Cyphaspis* sp. und *Bumastus brevis,* Kiær . . . . 27 m.
  6 b β_1. Der untere Teil mit zahlreichen Kalksandsteinschichten (*Cyphaspis*-Schichten) . . . . 9.5 m.
  6 b β_2. Der obere Teil ohne Kalksandsteinschichten (*Bumastus*-Schichten) . . . . 17.5 m.
6 c α. Die kalkreiche Zone mit *Stricklandinia lens,* Sow. 50—60 m.
6 c β. Die schieferreiche Zone mit *Stricklandinia lens,* Sow. und den ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe . . . ca. 10 m.

Die ganze Etage sollte somit hier eine gesamte Mächtigkeit von 166—177 m. oder ca. 170 m. erreichen. Diese Mächtigkeitsbestimmung beruht auf den Messungen auf Spirodden, wo alle Zonen am besten entblösst sind, stimmt aber auch gut mit einer Messung der Etage nördlich von Slæpenden überein.

Die untere Begrenzung der Etage ist scharf, indem der Anfang des Obersilurs wie im Malmøgebiete durch einen plötzlichen Facieswechsel markiert wird. Die schieferreiche Zone 6 a überlagert mit schroffem Übergang die eigentümliche Schichtenfolge der Zone 5 b des jüngsten Untersilurs, die stark variiert, aber doch durchgehends aus grobklastischen Sedimenten aufgebaut ist. In einer früheren Arbeit habe ich die Faciesentwickelung und Fauna dieser Zone 5 b in Asker eingehend geschildert; da sie in Bærum in ganz ähnlicher Weise entwickelt ist, kann ich hier auf diese Arbeit hinweisen [1].

Ich will zunächst das Hauptprofil durch das Untere Llandovery auf Spirodden eingehend beschreiben und gehe dann später zu einer allgemeinen Schilderung jeder Zone über; die Faciesentwickelung variiert nämlich in diesem Gebiet nicht unerheblich.

Das Profil durch das Untere Llandovery auf Spirodden in Asker.

Das ausgezeichnete Profil auf Spirodden in Asker umfasst sämtliche Zonen des Unteren Llandovery; nur die unterste und oberste Zone sind nicht vollständig entblösst, können aber durch naheliegende Profile suppliert werden. Da nun die Schichten auf Spirodden auch durchgehends reich an gut erhaltenen Fossilien sind, ist diese Lokalität deshalb sehr geeignet als Ausgangspunkt für das Studium der ganzen Etage.

Die Landzunge Spirodden liegt auf dem Festlande NW. von Bjerkø und gehört zu dem grossen südlichsten Streifen des Obersilurs, der sich von der Leangbugt und Konglungø nach WSW. erstreckt. Auf der breiten Landzunge zwischen der Leangbugt und Blakstadbogen wechseln noch Schichten des Llandovery mit solchen des Untersilurs ab. Im SSO. geht hier ein sehr schmaler Streifen des obersten Untersilurs über Vetre nach Løkenæs. Weiter im SSO. folgt dann hierüber bis nach der SSO.-Küste die Schichtenfolge des Unteren Llandovery; sie streicht der Küste entlang (N. 60° O.) und fällt sehr steil gegen SSO. ein. Diese ganze Schichtenfolge streicht auf Spirodden hinaus und kann hier dem Ufer entlang sehr schön studiert werden.

---

[1] J. Kiær, Etage 5 i Asker, mit English summary. (Norges geol. Undersøgelses aarbog for 1902. No. 1).

Im Anschluss an meine Kartenskizze (Fig. 88) und die dargestellten Beispiele der Schichtenfolge (Fig. 87) werde ich die verschiedenen Zonen durchgehen.

6 a α. Die schieferreiche Zone mit Triplecia insularis, Eichw.

Die ältesten Schichten in Spirodden befinden sich auf dessen NNW.-Seite im inneren Teil der Spirebugt. Dass diese Schichten der ältesten Zone des Llandovery angehören, zeigt ein Vergleich mit anderen Profilen in Asker, wo sie in Zusammenhang mit der Zone 5 b entblösst sind, z. B. auf Konglungo weiter im ONO. Die Mächtigkeit dieser Zone lässt sich in Spirodden nicht sicher bestimmen; sie stehen senkrecht in einer Mächtigkeit von ca. 15 m. und bekommen dann bei dem Punkt X ein NNW.-liches Einfallen. Wahrscheinlich hat man bei X die Achsenlinie eines Sattels; denn in ihrer Fortsetzung nach WSW. liegt der Streifen mit dem obersten Untersilur von Løkenæs nach Vetre. Wenigstens 15 m. scheinen somit hier von 6 a α entblösst zu sein.

Die Schichtenfolge besteht aus sehr reichlichem graugrünem Schiefer mit gewöhnlich ganz dünnen Schichten aus Kalksandstein (Fig. 87, I); einzelne von diesen erreichen jedoch 5—6 cm. Dicke. Die Fauna ist auf dieser Stelle nicht sehr reichlich; ich kann folgende Formen nennen:

Ptychophyllum sp. Ganz kleine Form. Allg.
Orthis sp.
Strophomena rhomboidalis, W.
Leptaena transversalis, Dalm. Sowohl die kleine als die grosse Varietät.
Triplecia insularis, Eichw. Allg. Besonders oben.
Atrypa imbricata, Sow.
Meristella subundata, m'Coy.
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt.
Illaenus sculptus, Kiær (nov. sp.).

Die Schichten dieser Zone sind in diesem Profil nicht besonders fossilienreich. Ich bezeichne diese unterste Zone als die schieferreiche Zone mit *Triplecia insularis*, Eichw., weil diese Form in Asker und Bærum nur hier und stellenweise in Mengen vorkommt.

6 a β. Die kalkreiche Zone mit Meristella subundata, M'Coy und den Streptis-Schichten.

Die unterste schieferreiche Zone des Unteren Llandovery fängt oben an, Kalkschichten zu enthalten und geht in dieser Weise in eine ca.

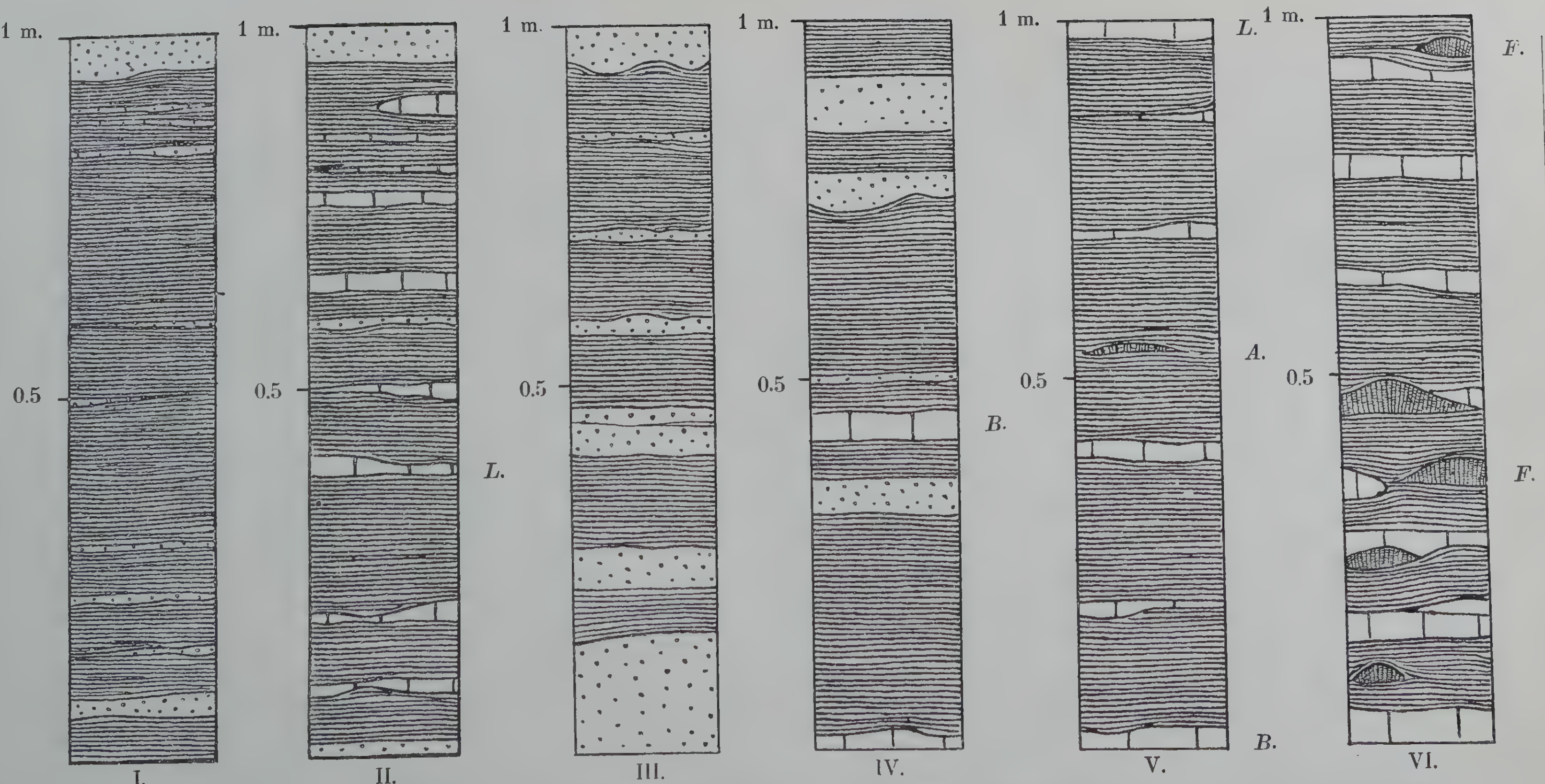


Fig. 87. Beispiele der Schichtenfolge in den verschiedenen Zonen des Unteren Llandovery auf Spirodden. Nach der Natur aufgemessen.

I. 1 m. von 6 a α. — II. 1 m. von 6 a β, 13—14 m. hinauf. *L.* Kalkschicht mit vielen *Leptaena transversalis*, Dalm. — III. 1 m. von 6 b α. — IV. 1 m. von 6 b β_1, in der Mitte. *B.* Kalkschicht mit vielen *Barrandella undata*, Sow. — V. 1 m. von 6 b β_2; 5.5—6.5 m. hinauf. *L.* Kalkschicht mit vielen *Leptaena*, *Encrinurus* und *Bumastus*. *A.* Stock von *Acantholithus*. *B.* Kalkschicht mit vielen *Barrandella undata*, Sow. — VI. 1 m von 6 c α. *F.* Stöcke von *Favosites asper*, d'Orb.

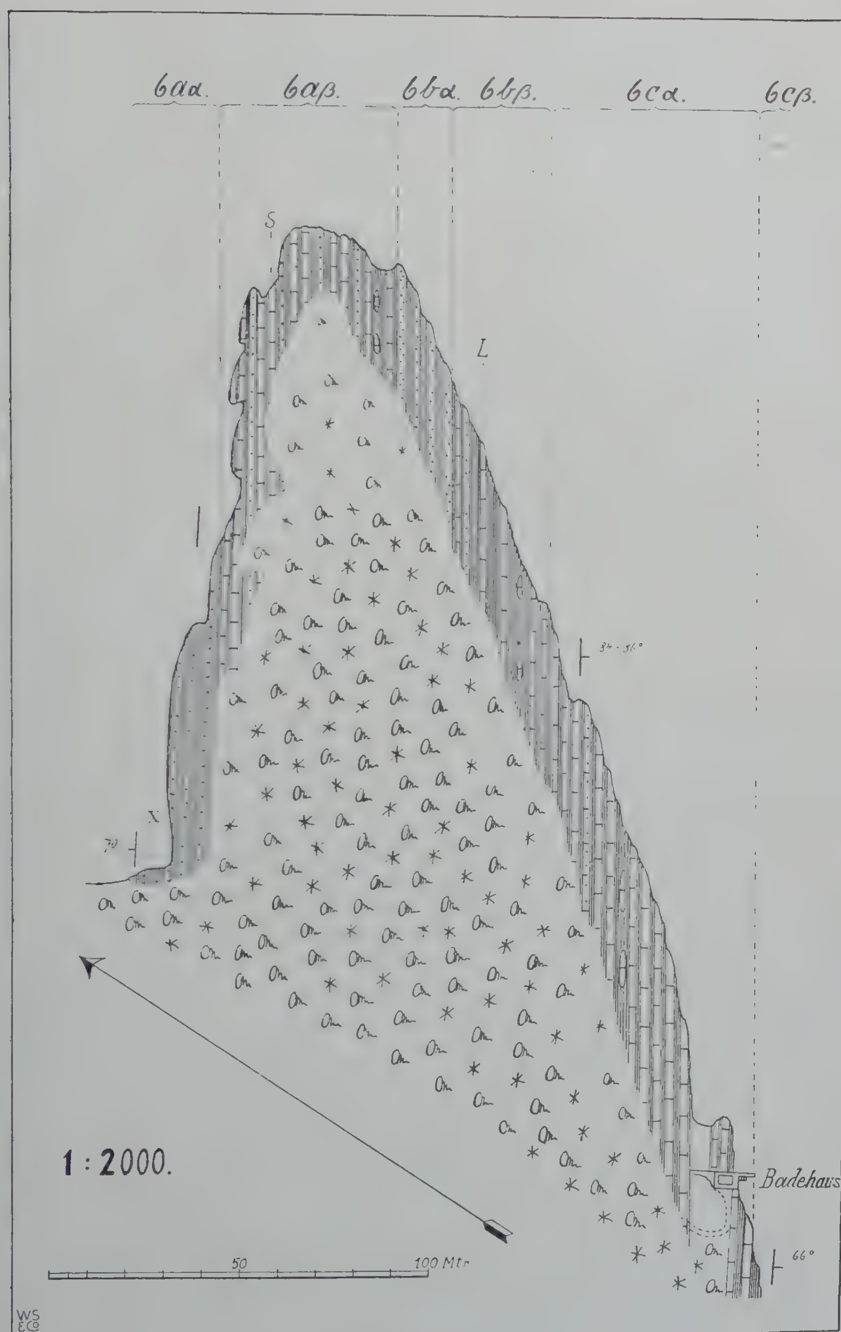


Fig. 88. Kartenskizze von Spirodden in Asker.
Im Massstabe von 1 : 2000.

45 m. mächtige Zone mit zahlreichen Kalkschichten über. Die Kalkschichten sind gewöhnlich dünn (1—3 cm.) und lösen sich oft in lange, schmale Linsen auf. Der zwischenliegende Schiefer ist reichlich. Kalksandsteinschichten kommen nicht selten vor, treten aber doch hier gegen die Kalkschichten sehr zurück (Fig. 87, II). Die Fauna ist in einzelnen Kalkschichten sehr reich und eigenartig; gewöhnlich treten die Fossilien aber nicht zahlreich auf. Ich habe folgende von dieser Zone in Spirodden eingesammelt:

Favosites asper, D'ORB. Nicht selten in kleineren Stöcken.

Acantholithus asteriscus, F. RÖM. Kommt ab und zu vor und ist in den obersten Schichten sehr allgemein; hauptsächlich jedoch in kleineren Exemplaren.

Lingula sp. Nicht selten in den Kalkschichten.

Orthis rustica, SOW.

Orthis sp. Kleine Form.

Streptis sp. Eine schöne kleine Form, die der *Streptis monilifera*, M'COY., nahe steht, aber distinkt verschieden ist, kommt im unteren Teil (bei S.) vor. Sie bildet auf Konglungø prachtvolle Formationen.

Strophomena rhomboidalis, W.

Leptaena transversalis, DALM. Oft zahlreich in den Kalkschichten, sowohl in der kleinen als der grossen Varietät. Die grosse kommt auch stellenweise allg. im Schiefer vor.

Atrypa imbricata, DALM. Stellenweise allg. im Schiefer.

Atrypa reticularis, L. Allg. oberst.

Meristella subundata, M'COY. Allg., besonders im Schiefer.

Barrandella undata, SOW. Allg. oberst.

Illaenus sculptus, KIÆR (nov. sp.). Oft allg. in den Kalkschichten, besonders unten.

Illaenus sp.

Encrinurus punctatus, BRÜNN.

Phaetonides sp. In Kalkschicht oben.

Orthoceras sp. Fragmente von grossen *Orthoceras*- und möglicherweise auch von *Phragmoceras*-Formen bilden Kalkkonkretionen in den obersten Schichten.

Diese Fauna kann erst näher besprochen werden, nachdem ich die Fauna in 6 a α eingehender geschildert habe. Hier will ich nur hervorheben, dass sie wenige Unterschiede von dieser aufzuweisen scheint. Korallen treten zahlreicher auf, besonders oben, was sicherlich wesentlich

in der Faciesveränderung begründet ist. Die schöne *Streptis*-Form ist aber sehr charakteristisch für den unteren Teil der Zone, wo sie stellenweise in ganzen Schichten vorkommt. Auch *Meristella subundata*, M'COY. kommt in Asker hier besonders zahlreich vor, obwohl sie in allen Zonen gefunden wird. Die Zone kann deshalb nach diesen beiden Formen benannt werden.

6 b α. Die fossilienarme Zone mit den dicken Kalksandsteinschichten.

Hierüber folgt eine 14—15 m. mächtige Zone mit reichlichem Schiefer und zahlreichen, oft sehr dicken (bis 15 cm.) Schichten von Kalksandstein. Kalkschichten fehlen hier vollständig (Fig. 87, III). Die Fauna ist hier sehr sparsam. Im Schiefer fand ich nur:

Favosites asper, D'ORB. in ganz kleinen Kolonien. Selten.
Leptaena transversalis, DALM. Grosse Varietät. Selten.
Atrypa imbricata, DALM. Selten.
Monotrypa sp, Kleine halbkuglige Kolonie. Selten.
Callopora sp. Stellenweise allg.

In dünnen Platten fand ich *Favosites asper*, D'ORB. und *Plasmopora stella*, LDM. *Mastopora fava*, SALT. war auf einer Stelle häufig.

6 b β. Die schieferreiche Zone mit Kalkschichten reich an Cyphaspis sp. und Bumastus brevis, Kiær.

Wir kommen jetzt zu einer faunistisch sehr interessanten Zone, die auf Spirodden 26—27 m. mächtig ist. Sie kann wieder leicht in zwei Unterzonen geteilt werden. Unterst liegt 9.5 m. mit einer Schichtenfolge, wo der Schiefer sehr reichlich auftritt, zusammen mit zahlreichen Schichten von Kalksandstein und einzelnen dünnen Kalkschichten, die oft sehr fossilienreich sind. Die Kalksandsteinschichten sind dünner als in 6 b α (Fig. 87, IV).

Hierüber folgen noch schieferreichere Schichten in einer Mächtigkeit von ca. 17.5 m., die dann wieder von der kalkreichen Schichtenfolge der eigentlichen *Stricklandinia lens*-Zone überlagert werden. Zahlreiche, meist dünne Kalkschichten kommen hier vor, während Kalksandsteinschichten sehr selten sind, wenn sie überhaupt vorkommen (Fig. 87, V). Zahlreiche Fossilien finden sich hier sowohl in den Kalkschichten als im Schiefer. Diese beiden Teile können als 6 b β_1 und 6 b β_2 bezeichnet werden.

In diesen beiden Abteilungen ist die Fauna speziell in den Kalkschichten reich und oft ganz eigenartig, und ich habe deshalb hier ziemlich eingehende Einsammlungen vorgenommen.

In dem unteren, 9—10 m. mächtigen Teil mit zahlreichen Schichten von Kalksandstein oder 6 b β_1 habe ich folgende Fossilien gefunden, die, wenn nicht anders bemerkt wird, in den Kalkschichten vorkommen:

Mastopora fava, Salt. Nicht selten im Schiefer, auch Fragmente in den Kalkschichten.
Stromatopora sp. Selten im Schiefer.
Favosites asper, d'Orb, Nicht selten im Schiefer, jedoch selten in grossen Stöcken.
Crania sp. Selten.
Orthis rustica, Sow. Selten.
Orthis sp. Kleine Form in der Nähe von *O. canaliculata*, Ldm. sehr allg.
Platystrophia biforata, Schl.
Streptis sp., in der Nähe von *Str. monilifera*, m'Coy. Selten.
Strophomena rhomboidalis, W. Nicht selten.
Strophomena cf. *antiquata*, Sow. Nicht selten.
Leptaena transversalis, Dalm. Sowohl die grosse als die kleine Varietät; besonders die grosse kommt in den Kalkschichten zahlreich vor; scheinbar finden sich auch andere Varietäten.
Atrypa reticularis, L.
Atrypa imbricata, Sow. Sehr allg.
Barrandella undata, Sow. Sehr allg., oft in Mengen.
Stricklandinia lens, Sow. Ein einzelnes Exemplar wurde in einer Kalkschicht auf dem Übergang von 6 b α bis 6 b β_1 gefunden, vielleicht auch höher hinauf.
Rhynchonella cf. *borealis*, Schl. Selten.
Helopora sp. Oft in Mengen.
Ptilodictya sp. Kleine Form, allg.
Stictopora(?) *Malmøensis*, Kjerulf. Selten in Fragmenten.
Calymene sp. Nicht selten.
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt. Ein grosser Kopf im Schiefer und Fragmente in den Kalkschichten.
Bumastus brevis, Kiær. (nov. sp.). Selten.
Phacops elliptifrons, Esm. Allg.
Cheirurus sp. cf. *bimucronatus*, Murch. Nicht selten.

Encrinurus punctatus, BRÜNN. Allg.
Acidaspis Marklini, ANG. Selten.
Lichas sp. Nicht selten.
Phaetonides sp. Oft nicht selten.
Cyphaspis sp. Kleine Form. Oft sehr allg.
Primitia sp. Oft sehr allg.
Orthonota sp. Kleine Form, oft sehr allg. Auch andere kleine Lamellibranchien kommen vor.
Pleurotomaria sp. Ganz kleine, flache Form. Oft sehr allg.
Orthoceras sp. sp. Wenigstens 3 ganz kleine Formen kommen teilweise häufig in den Kalkschichten vor.

In dem oberen, 17—18 m. mächtigen Teil ohne Kalksandsteinschichten, die ich als 6 b β_2 bezeichne, ist die Fauna wie gesagt sehr ähnlich derjenigen im unteren Teil, zeigt jedoch einige Unterschiede. Ich habe hier folgende Formen gefunden:

Mastopora sp. Stellenweise häufig in den Kalkschichten, so z. B. in einer der obersten Schichten. Diese Form hat kleinere Facetten als diejenige auf Malmø.
Stromatopora sp. Selten.
Halysites sp. Selten im Schiefer.
Favosites asper, D'ORB. Nicht allg. im Schiefer, nach oben häufiger.
Propora Grayi, NICH. & ETH. Selten.
Plasmopora stella, LDM. Ab und zu im Schiefer.
Acantholithus asteriscus, F. RÖM. Ab und zu im Schiefer.
Ptychophyllum sp. Kleine Form. Nicht selten.
Calostylis denticulata, KJERULF. Selten im Schiefer.
Crania sp. Selten.
Orthis sp. Kleine Form in der Nähe von *O. canaliculata*, LDM. Allg.
Orthis rustica, SOW. Oberst.
Bilobites biloba, L. Selten.
Platystrophia biforata, SCHL. Sowohl in den Kalkschichten als im Schiefer. Nicht selten.
Strophomena rhomboidalis, W. Nicht selten.
Strophomena sp.
Leptaena transversalis, DALM. Grosse und kleine Varietät. Die grosse ist sehr allg. und kommt in einzelnen Kalkschichten in Mengen vor.

Atrypa imbricata, Sow. Allg. sowohl im Schiefer als in den Kalkschichten.

Atrypa reticularis, L. Im Schiefer.

Meristella subundata, M'Coy. Nicht selten im Schiefer.

Barrandella undata, Sow. Allg., oft sehr allg.

Stricklandinia lens, Sow. Kommt in einzelnen Kalkschichten sowohl unterst als oberst zahlreich und in guten, kleineren Exemplaren vor.

Rhynchonella cf. *borealis,* Schl. Selten.

Callopora sp. Selten im Schiefer.

Stictopora (?) *Malmøensis,* Kjerulf. Selten in Fragmenten.

Ptilodictya sp. Kleine Form. Nicht selten.

Calymene sp. Selten.

Illaenus cf. *Thomsoni,* Salt. Nicht selten in sehr grossen Exemplaren im Schiefer. Fragmente in den Kalkschichten.

Bumastus brevis, Kiær. (nov. sp.). Oft allg.

Phacops elliptifrons, Esm. Nicht selten.

Cheirurus sp. cf. *bimucronatus,* Murch. Nicht selten.

Encrinurus punctalus, Brünn. Oft sehr allg. Auch im Schiefer.

Lichas sp. Selten.

Phaetonides sp. Nicht selten. } Dieselben wie in 6 b β_1.
Cyphaspis sp. Nicht häufig. }

Primitia sp. Stellenweise allg.

Theca sp, Kleine Form. Selten.

Orthonota sp. Selten. Dieselbe wie in 6 b β_1.

Pterinea sp. Kleine Form.

Conocardium sp. Selten.

Murchisonia sp. Kleine Form. Selten.

Bellerophon sp. Selten.

Orthoceras sp. Nicht selten.

Wie man aus den Fossilienlisten sieht, ist die Fauna in den beiden Abteilungen der Zone 6 b β sehr formenreich. Besonders interessant ist das Auftreten zahlreicher Trilobiten, von denen mehrere Formen hauptsächlich oder nur hier auftreten. Die kleine *Cyphaspis,* die in einzelnen Schichten, besonders im unteren Teil, in Mengen vorkommt, ist nur hier gefunden, und die hübschen Formen *Phaetonides* sp., *Lichas* sp. und *Bumastus brevis,* Kiær kommen hauptsächlich hier vor, die letzte im oberen Teil. Im Verhältnis zu der faunistischen Entwickelung im Malmøgebiet befremdet es hier schon in dieser Zone eine Reihe von

Formen zu finden, die in jenem Gebiet erst in 6 c auftreten. Von diesen nenne ich hier speziell *Stricklandinia lens*, Sow., die in verschiedenen Kalkschichten hier in 6 b β ganz allgemein vorkommt. Dass meine Zonenbezeichnung in Asker und Bærum nicht falsch ist, und dass sich diese Form hier wirklich früher als im Malmøgebiet zeigt, geht aus einem näheren Vergleich beider Gebiete mit Sicherheit hervor.

Sehr charakteristisch für diese Zone sind auch andere faunistische Eigentümlichkeiten, die in biologischen Verhältnissen begründet sein müssen, nämlich die durchgehends geringe Grösse der Formen, die die Tiergesellschaften in vielen der Kalkschichten, besonders im unteren Teil, auszeichnet. Nach oben verschwindet dies mehr und mehr.

6 c α. Die kalkreiche Zone mit Stricklandinia lens, Sow.

Oberst in 6 b β_2 werden die Kalkschichten zahlreicher und dicker, und es beginnt mit ziemlich raschem Übergang eine 50—60 m. mächtige Zone, die sich im Verhältnis zu den vorigen Zonen durch die starke Entwickelung der Kalkschichten und das sehr reichliche Auftreten von Korallen auszeichnet. Der Schiefer ist auch hier reichlich vorhanden, oft in 10 cm. dicken und noch dickeren Schichten; die Kalkschichten sind dicker und viel zahlreicher als tiefer unten und oft in Knollen oder Linsen aufgelöst. Kalksandsteinschichten kommen sehr selten vor. Einzelne Kalkschichten enthalten viele Exemplare von *Stricklandinia lens*, Sow., sind aber nicht in der Weise mit Mengen von kleinen Brachiopoden und Trilobiten angefüllt wie in der Zone 6 b β. Dagegen enthalten sie oft in Mengen Korallen, besonders *Favosites asper*, d'Orb., die in dieser Zone zusammen mit *Acantholithus asteriscus*, F. Röm. und einem sehr grossen *Cyathophyllum* sp. in ungewöhnlichem Reichtum auftreten. Wenn sich die Kalkschichten in Kalklinsen und Knollen auflösen, wechseln diese gewöhnlich mit *Favosites*-Stöcken ab, und es scheint somit, dass diese Formen eine wesentliche Rolle für die Kalkbildung gespielt haben. Im Schiefer kommen mit den genannten Korallen eine ganze Menge andere Korallen, Brachiopoden und Trilobiten zahlreich vor.

Ich habe hier folgende Formen eingesammelt:

Mastopora sp. Kleine kugelige Form in Kalkschichten.

Stromatopora sp. Allg.

Halysites sp. Nicht selten.

Favosites asper, d'Orb. Von ganz kleinen embryonalen Kolonien bis zu riesenhaften Stöcken. In grossen Mengen.

Favosites Hisingeri, M'EDW. Selten.
Propora tubulata, LONSD. Nicht allg.
Plasmopora stella, LDM. Allg.
Acantholithus asteriscus, F. RÖM. Sehr allg.
Ptychophyllum sp. Allg.
Cyathophyllum sp. Grosse Einzelform. Sehr allg.
Calostylis denticulata, KJERULF. Allg.
Orthis rustica, SOW. Nicht häufig.
Orthis cf. *canaliculata*, LDM. Nicht häufig.
Leptaena transversalis, DALM. Im Schiefer.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Atrypa imbricata, SOW. Allg.
Meristella sp. Selten.
Barrandella undata, SOW.
Stricklandinia lens, SOW. Allg., oft in Mengen in den Kalkschichten. Grössere Formen als in 6 b.
Illaenus cf. *Thomsoni*, SALT. Kleinere Exemplare.
Phacops elliptifrons, ESM.
Encrinurus punctatus, BRÜNN.
Cheirurus sp. cf. *bimucronatus*, MURCH.
Bellerophon sp.
Gastropoden. Diverse unbestimmbare Formen.
Orthoceras sp.
Discoceras sp. Selten.

Die Bestimmung der Mächtigkeit dieser Zone ist hier etwas unsicher. Einige tektonische Störungen kommen im Profil vor; ich glaube aber, dass sie keine grössere Veränderung in der Mächtigkeit bewirkt haben.

6 c β. Die schieferreiche Zone mit Stricklandinia lens, Sow. und den ersten Formen der Pentamerus oblongus-Reihe.

SW.-lich von dem Badehause auf der SO.-Seite von Spirodden werden die obersten Schichten der *Favosites*-reichen *Stricklandinia lens*-Zone von den schieferreichen Schichten der Zone 6 c β überlagert. In dem obersten Meter der Zone 6 c α wird der Schiefer reichlicher als zuvor. Dann folgt sehr reichlicher Schiefer mit dünnen Schichten von Kalksandstein in einer Mächtigkeit von ca. 0.7 m., hierüber einzelne sehr dicke Schichten von Kalksandstein und dann wieder sehr reichlicher Schiefer. 3—4 m. dieser Zone sind hier zu sehen. Im Schiefer zwischen den dicken Schichten von Kalksandstein fand ich *Meristella*

cf. *subundata*, M'COY. in ganzen Anhäufungen. Hier waren auch grosse Kolonien von *Stromatopora* sp. und *Favosites asper*, D'ORB., *Ptychophyllum* sp. und *Barrandella undata*, Sow. in sehr grossen Exemplaren allgemein.

Die SO.-Küste von Spirodden wird von einzelnen Querverwerfungen mit kleineren Verschiebungen der westlichen Stücke nach Süden durchschnitten. Hierdurch werden die Schichten der Zone 6 c β ziemlich schnell abgeschnitten, und die *Favosites*-Schichten (6 c α) kommen wieder an der Küste zum Vorschein. Weiter im SW. erscheint aber die Zone 6 c β wieder und ist besonders bei der schönen Villa Munkesletten in grösserer Mächtigkeit zu sehen. Noch weiter im SW. ist sie aber bei Vetrestøen noch besser zu studieren. Das Profil hier werde ich später eingehend besprechen.

Allgemeine Beschreibung der einzelnen Zonen.

Das Profil auf Spirodden, das ich jetzt eingehend geschildert habe, ist das einzige, das ich kenne, wo sämtliche Zonen des Unteren Llandovery gut entblösst sind. Es ist deshalb von grösster Bedeutung für die genaue Kenntnis dieser Etage. Ich gehe jetzt zu einer allgemeineren Beschreibung der einzelnen Zonen über.

6 a α. Die schieferreiche Zone mit Triplecia insularis, Eichw.

Der Übergang vom Untersilur zum Obersilur ist an mehreren Stellen sowohl in Asker als in Bærum ganz ausgezeichnet entblösst. Es zeigt sich in diesen Profilen, dass der unterste Teil des Obersilurs oder die Zone 6 a α auf den verschiedenen Stellen ziemlich bedeutend variiert, obwohl sie immer als eine schieferreiche Ablagerung auftritt. Dies hängt natürlich damit zusammen, dass der oberste Teil des Untersilurs (die Zone 5 b) in ihrer Faciesentwickelung grosse Veränderungen auf den verschiedenen Stellen in diesem Gebiete zeigt. Die sedimentären und biologischen Verhältnisse waren deshalb hier im ersten Anfang der obersilurischen Zeit wechselnd.

Um dies zu zeigen muss ich eine Reihe der besten Profile jedes für sich beschreiben.

Das Profil bei Hvalsbakken, gleich nördlich von der Leangbugt, habe ich schon in einer früheren Arbeit erwähnt[1]. Die oberste Zone

[1] J. KIÆR, Etage 5 i Asker, Pag. 21 (Norges geol. undersøgelses aarbog, No. 1).

des Untersilurs, 5 b, die hier Kalkbänke voll mit *Barrandella Kjerulfi*, Kiær führt, wird abgeschlossen mit knolligen, etwas sandigen Kalkschichten und braungrauem, sandigem Schiefer, ca. 3 m. mächtig. Die Fauna in diesen obersten Schichten des Untersilurs ist ziemlich reich und von einer Zusammensetzung, die für 5 b typisch ist. Hierüber folgt mit schroffem Übergang schwarzgrauer bis grüngrauer Schiefer mit sparsamen Platten von fossilienleerem, feinem Kalksandstein und dünnen Kalkschichten. Diese letzteren sowie der Schiefer enthalten viele Fossilien, von denen ich die folgenden erwähnen kann:

Favosites sp. Kleine, embryonale Kolonien auf Oberflächen der Kalkschichten.
Ptychophyllum sp. Kleine Form. Allg.
Zaphrentis vortex, Ldm.
Calostylis denticulata, Kjerulf.
Feine *Crinoiden*stielglieder. Auf Oberflächen der Kalkschichten.
Orthis rustica, Sow.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Orthis calligramma, Dalm.
Bilobites biloba, L. Selten.
Triplecia insularis, Eichw.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena euglypha, His.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät.
Atrypa marginalis, Dalm.
Atrypa expansa, Ldm.
Meristella subundata, m'Coy.
Pachydictya sp. }
Callopora sp. } Auf Oberflächen der Kalkschichten.
Retepora sp. }
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt.[1] Allg.
Illaenus rotundus, Kiær (nov. sp.).[2]
Encrinurus punctatus, Brünn.
Orthoceras sp. Nicht selten.
Orthoceras sp. Selten.
Gomphoceras(?) sp. Selten.

[1] Diese Form ist in meiner früheren Arbeit als *Ill. Bowmanni*, Salt. bezeichnet.
[2] Kurze Diagnosen der neuen *Illaenus*- und *Bumastus*formen finden sich am Schlusse dieser Arbeit.

Man hat hier eine ausgeprägte Unteres Llandovery-Fauna vor sich, die sogar mehrere Formen enthält, die sonst erst im oberen Teil der Etage auftreten. Die Faunaveränderung scheint somit plötzlich eingetreten zu sein, aber wohl zu bemerken zusammen mit einer schroffen Veränderung der Facies. Dieser schieferreiche untere Teil des Unteren Llandovery ist hier nicht in grösserer Mächtigkeit aufgeschlossen.

Das Profil auf Langaaren. Östlich von Hvalsbakken auf der Insel Langaaren finden sich interessante Profile durch die Zone 6 a, die aber leider nicht besonders gut aufgeschlossen sind. Die lange, schmale Insel wird durchzogen von der Schichtenfolge der Zone 5 b, die oberst Bänke von ziemlich reinem oolitischem Kalk führt. Hierüber liegen auf der NW.-lichen Seite der Insel schieferreiche Schichten, die der Zone 6 a angehören; sie sind leider nicht gut entblösst. Ca. 6 m. und höher über dem oolitischen Kalk, der meistens zum Kalkbrennen ausgebrochen ist, fand ich reichlichen graugrünen Schiefer mit Kalksandsteinplatten und sparsamen Kalkschichten; diese letzteren enthielten folgende Fauna:

Orthis rustica, Sow.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät. Allg.
Atrypa reticularis, L. (?) Nicht allg.
Meristella subundata. M'Coy.
Barrandella undata, Sow. In ganzen Schichten.
Phacops elliptifrons, Esm. Selten.
Illaenus sculptus, Kiær (nov. sp.). Selten.

Im Schiefer fand ich *Triplecia insularis*, Eichw. Diese Form ist auf der naheliegenden Brønnø massenhaft in einer Kalkschicht im unteren Teil von 6 a gefunden worden.

Auf Høierholmen, noch weiter im O., ist ein viel besseres Profil durch den Übergang von 5 b zu 6 a. Der Kalksandstein (5 b) bildet den höchsten Teil der Insel und enthält oberst 5—6 m. mit oolitischem Kalk in dicken Bänken. Direkt über diesem folgt grüngrauer, reichlicher Schiefer mit dünnen Kalksandsteinplatten und Kalkschichten; während diese gewöhnlich nur 3—4 cm. dick sind, kommt der Schiefer in 15—25 cm. und noch mächtigeren Schichten vor. Ca. 3 m. hinauf fand ich eine 10 cm. dicke Kalksandsteinschicht mit eigentümlich knolliger und mit verschiedenartigen Spuren bedeckter Oberfläche, während die Unterseite ganz plan war. Hierüber kam eine fast meterdicke Schieferschicht. Fossilien kamen sowohl im Schiefer als in den Kalkschichten vor; ich kann folgende Formen nennen:

Ptychophyllum sp. Kleine Form. Allg.
Callopora sp.
Monotrypa sp. Kleine Form.
Pachydictya sp.
} Auf Oberflächen der Kalkschichten.

Orbiculoidea sp. Selten.
Orthis rustica, Sow.
Orthis calligramma, Dalm.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Strophomena antiquata, Sow. Nicht selten.
Strophomena rhomboidalis, W.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät. Allg.
Triplecia insularis, Eichw.
Atrypa expansa, Ldm.
Meristella subundata, m'Coy.
Barrandella undata, Sow.
Illaenus Thomsoni, Salt.
Illaenus sculptus, Kiær (nov. sp.).
Encrinurus punctatus, Brünn.
Orthoceras sp.

Auch hier ist keine grössere Mächtigkeit der Zone 6 a entblösst, aber der untere Teil ist ganz prachtvoll aufgeschlossen.

Das Profil auf der Konglungø. Gleich ausserhalb der hübschen Landzunge südlich von der Leangbugt liegt die Konglungø, Anhaltsort für den Lokaldampfer. Der südliche Teil der Insel wird vom Unteren Llandovery gebildet, das mit sehr steilem Einfallen gegen SSO. die obersten oolitischen Kalkbänke der Zone 5 b überlagert. Sowohl auf der SW.- als der SO.- und NO.-Küste finden sich ganz ausgezeichnete Profile, die auch deshalb wertvoll sind, weil sie auch die nächstfolgende Zone einbefassen. Diese Stelle ist somit ganz besonders wichtig.

Das Untersilur wird hier von 1.45 m. dunklen oolitischen Kalksandstein in zwei dicken Bänken abgeschlossen. Hierüber folgt graugrüner Schiefer, ab und zu mit dünnen kalkreicheren Schichten, die den untersten Teil des Unteren Llandovery bilden. Fossilien scheinen in diesen Schichten nur sparsam aufzutreten; ich fand nur:

Ptychophyllum sp.
Calostylis denticulala, Kjerulf.
Orthis rustica, Sow.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät.
Atrypa imbricata, Sow.

Nach 12 m. kommt eine Verwerfung, die aber keine grössere Bedeutung zu haben scheint. Dann finden sich Kalkschichten und Kalksandsteinschichten etwas zahlreicher ein. Die Fauna wird etwas reicher; *Barrandella undata*, Sow. und *Triplecia insularis*, Eichw. wurden zusammen mit *Atrypa* und *Leptaena transversalis* gefunden. Ca. 25 m. über 5 b fand ich hier eine 3—4 cm. dicke Kalkschicht (S_1), die buchstäblich von den kleinen zierlichen Schalen einer *Streptis* sp aufgebaut ist. 3.5 m. höher tritt dieselbe Form in kleinerer Anzahl in einer anderen Kalkschicht (S_2) auf. Die Schichtenfolge besteht hier aus ziemlich zahlreichen Kalkschichten, einzelnen Kalksandsteinschichten und Schiefer und repräsentiert sicherlich die Zone 6 a β. Auch auf Spirodden habe ich die *Streptis*-Form im unteren Teil dieser Zone gefunden, ca. 12 m. von unten. Wenn die unterste *Streptis*-Schicht auf Konglungø mit der *Streptis*-Schicht auf Spirodden parallelisiert wird, sollte auf Konglungø die untere Grenze der Zone 6 a β gleich oberhalb der Verwerfung zu setzen sein, welches mit der sedimentären Veränderung, die hier eintritt, übereinstimmen würde. Die Zone 6 a α sollte somit hier nur 12—13 m. mächtig sein.

Die bis jetzt besprochenen Profile liegen alle in Asker, wo 6 a α auch auf mehreren anderen Stellen in weniger guten Profilen zu sehen ist, z. B. bei dem Semsvand auf mehreren Stellen, bei Bergslien u. s. w.

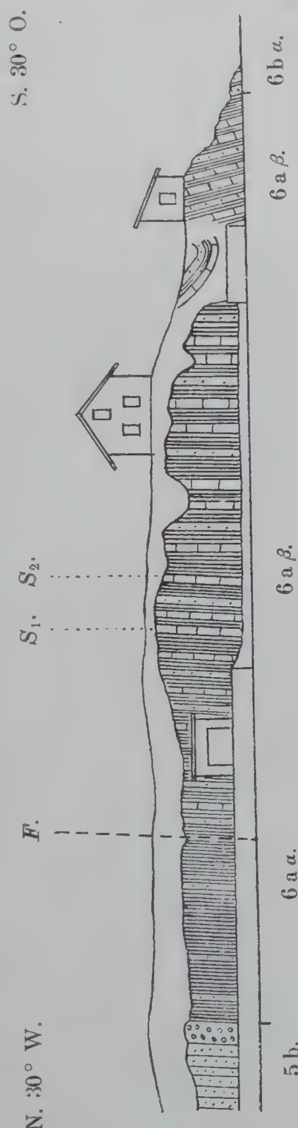


Fig. 89. Profil durch den unteren Teil des Unteren Llandovery auf der Konglungø. Im Masstab von 1 : 500. Das Profil geht auf der SW.-Seite der Insel bei der Dampfschiffsbrücke.
F. Verwerfung. S_1. Unterste reiche Schicht mit *Streptis* sp. S_2. Obere Schicht mit *Streptis* sp.

In Bærum sind die untersten Schichten des Obersilurs viel seltener gut entblösst. Das beste Profil, das ich hier gefunden habe, ist das Eisenbahnprofil gleich nördlich von Slæpenden Station.

Die Eisenbahnlinie geht hier durch den Slæpendenpass, der nach der scharf markierten Slæpendenlinie hier ausgegraben ist. Das Stück im W.

ist ca. 50 m. nach S. im Verhältnis zu dem östlichen verschoben. Wenn man von der Station nach Sandviken geht, hat man erst auf beiden Seiten ausgezeichnete Profile durch die Schichten des obersten Untersilurs. Ca. 100 m. von der Station wird dann auf der Westseite der Bahnlinie die Zone 5 b von 6 a α überlagert. Die erste Zone besteht hier oberst aus knolligen Kalken und Schiefer, in denen man *Holorhynchus giganteus,* KIÆR findet. Hierüber liegt 6 a α als reichlicher Schiefer mit Kalkschichten und grossen Kalklinsen. Der Schiefer ist bedeutend reichlicher vorhanden als die Kalkschichten.

Fossilien treten nur selten auf; ich fand:

Ptychophyllum sp. Kleinere Form.
Acantholithus asteriscus, F. RÖM.
Orthis sp.
Leptaena transversalis, DALM.
Atrypa sp.

Diese Schichten sind in einer Mächtigkeit von ca. 20 m. zu sehen.

An keiner anderen Stelle in diesem obersilurischen Streifen Sandviken habe ich die Zone 6 a α in gut aufgeschlossenen Profilen angetroffen. Auf verschiedenen Punkten des Sandviksaas können sie jedoch gesehen werden. Die Zone 5 b enthält hier *Holorhynchus*-Kalk, knollige Kalkschichten und Schiefer und einige ganz eigentümliche, breccienähnliche Kalkbänke (gutes Profil bei der Eisenbahnlinie nördlich vom Sandviksaas). Die Zone 6 a α ist sehr schieferreich, in den untersten 2 Metern mit einzelnen dünnen Kalkschichten fand ich:

Favosites asper, D'ORB. Kleine Kolonie. Selten.
Ptychophyllum sp. Kleine Form.
Calostylis denticulata, KJERULF. Selten.
Orthis rustica, SOW.
Orthis cf. *canaliculata,* LDM.
Leptaena transversalis, DALM. Kleine und grosse Varietät.
Illaenus cf. *Thomsoni,* SALT. Nicht selten, flachgedrückt im Schiefer.
Orthoceras sp.

Höher hinauf finden sich dickere Kalkschichten und Kalklinsen ein; in einer solchen fand ich einen hübschen, grossen Kopf von *Illaenus* cf. *Thomsoni,* SALT. (ca. 5 m. hinauf).

Die Mächtigkeit der Zone konnte ich hier nicht bestimmen.

Die Schichtenfolge kann also, wie es aus den hier geschilderten Profilen hervorgeht, etwas verschieden entwickelt sein. Auf einzelnen Stellen (z. B. Spirodden, Konglungø) besteht sie aus reichlichem Schiefer mit dünneren Schichten aus Kalksandstein (Fig. 87, I). Auf anderen Stellen sind auch dünne Kalkschichten gebildet, die dann oft reich an Fossilien sind (z. B. Hvalsbakken, Langaaren, Høierholmer). Seltener findet man eine Entwickelung mit reichlichem Schiefer, die mit Kalkschichten und Kalklinsen wechseln (z. B. Slæpenden, Sandviken).

Diese Faciesentwickelungen verhalten sich nun auch verschieden, was den Fossilienreichtum betrifft. Die letztgenannte Entwickelung, in welcher Kalkschichten und Kalklinsen stark entwickelt sind, während Schichten von Kalksandstein ganz zurücktreten, ist durchgehends nicht fossilienreich. Sie scheint auf solchen Stellen vorzukommen, wo auch der oberste Teil des Untersilurs (5 b) kalkreich und aus wenig grobklastischen Sedimenten zusammengesetzt ist. Fossilienreicher sind dagegen die beiden anderen Faciesentwickelungen der Zone 6 a α mit zahlreichen Kalksandsteinschichten; sie kommen da vor, wo 5 b aus gröberen Kalksandsteinen, oolitischen Kalksandsteinen, Muschelbänken etc. aufgebaut ist, also mehr grobklastisch ist. Die fossilienreichsten Entwickelungen von 6 a α scheinen somit den Sedimenten auf etwas seichterem Wasser zu entsprechen, während die fossilienärmeren auf tieferem Wasser abgelagert sind.

Aus der Zone 6 a α sind bis jetzt in Asker und Bærum folgende Fossilien bekannt:

Favosites sp., wahrscheinlich *asper*, d'Orb. Kleine embryonale Kolonien. Selten.
Ptychophyllum sp. Kleine Form.
Zaphrentis vortex, Ldm.
Calostylis denticulata, Kjerulf.
Orbiculoidea sp. Selten.
Orthis rustica, Sow. Allg.
Orthis calligramma, Dalm.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Bilobites biloba, L. Selten.
Triplecia insularis, Eichw. Allg., zuweilen in Mengen.
Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena antiquata, Sow.
Strophomena euglypha, His.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät. Allg.

Atrypa marginalis, Dalm. Selten.
Atrypa imbricata, Sow. Allg.
Atrypa expansa, Ldm. Allg.
Atrypa reticularis, L. Etwas zweifelhaft.
Meristella subundata, M'Coy.
Barrandella undata, Sow. Allg., stellenweise ganze Formationen bildend.
Pachydictya sp.
Retepora sp.
Callopora sp.
Monotrypa sp.
} Stellenweise nicht selten auf Oberflächen von Kalkschichten.
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt. Allg.
Illaenus sculptus, Kiær (nov. sp.). Selten.
Illaenus rotundus, Kiær (nov. sp.). Sehr selten.
Encrinurus punctatus, Brünn. Nicht selten.
Orthoceras sp. Mehrere Formen. Selten.
Gomphoceras sp. Selten.

Diese Fauna ist sehr interessant, weil hier schon mehrere Formen auftreten, die sich im Malmøgebiet erst in höheren Zonen zeigen, nämlich:

Calostylis denticulata, Kjerulf.
Orthis rustica, L.
Strophomena euglypha, His.
} Erst in 6 c im Malmøgebiet.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Bilobites biloba, L.
Leptaena transversalis, Dalm.
Atrypa reticularis, L.
} Erst in 6 b im Malmøgebiet.

Sonst zeichnet sich die Fauna aus durch das zahlreiche Auftreten von *Triplecia insularis*, Eichw. und *Barrandella undata*, Sow., durch zahlreiche *Atrypa*-Formen, besonders *A. imbricata*, Sow. und *expansa*, Ldm. und den Reichtum an *Illaenus*-Formen, wovon der grosse *Illaenus* cf. *Thomsoni*, Salt. besonders allgemein ist.

6 a β. Die kalkreiche Zone mit Meristella subundata, M'Coy und den Streptis-Schichten.

Diese Zone ist auf Spirodden vollständig entblösst; sie ist hier ca. 45 m. mächtig und besteht aus reichlichem Schiefer mit zahlreichen Kalkschichten und Kalklinsenschichten, während Schichten aus Kalksandstein nicht zahlreich auftreten (Fig. 87, II). Die Formen, die ich

auf Spirodden gefunden habe, sind schon aufgezählt (Pag. 322). Zu dieser Beschreibung kann ich nicht viel hinzufügen. Ausser auf Spirodden habe ich diese Zone nur auf Konglungø gut entblösst gesehen. Den unteren Teil des Profiles hier habe ich schon geschildert (Pag. 332 und Fig. 89). 25.5 m. über 5 b und 12—13 m. über der Zone 6 a α fand ich hier eine 3—4 cm. dicke Kalkschicht, buchstäblich zusammengesetzt aus den Schalen einer zierlichen, kleinen *Streptis*-Form, die mit der *Streptis monilifera*, M'COY. aus dem Middle Llandovery im Girvan Distrikt, nahe verwandt ist. Diese prachtvolle *Streptis*-Formation ist sehr interessant. Zusammen mit *Streptis* sp. fand ich nur einzelne Glabellen und Pygidien von *Illaenus sculptus*, KLÆR und ein Fragment von *Orthoceras* sp. 3.5 m. höher liegt eine zweite *Streptis*-Schicht, die aber viel ärmer ist. Sonst fand ich Kalkschichten voll von *Leptaena transversalis*, DALM.

Ca. 35 m. hinauf in der Zone tritt eine tektonische Störung mit Faltung ein; da liegen auf der Südspitze die obersten Schichten von 6 a β mit den untersten dicken Schichten von Kalksandstein der Zone 6 b α ausgezeichnet entblösst (Fig. 89). Diese obersten Schichten sind fossilienreicher; ich habe folgende Formen hier gefunden:

Favosites asper, D'ORB. Nicht selten, besonders oberst.
Acantholithus asteriscus, F. RÖM. Allg. in kleineren Kolonien.
Leptaena sp. cf. *transversalis*, DALM. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Meristella subundata, M'COY. Teilweise in ganzen Schichten und Ansammlungen.
Barrandella undata, SOW. Allg.
Illaenus cf. *Thomsoni*, SALT. Nicht selten in grossen Exemplaren.
Phragmoceras sp. Sehr grosse, eigentümliche Form. Allg.

Diese Schichten entsprechen vollständig den obersten Schichten der Zone auf Spirodden.

Überblickt man die Fauna in der Zone 6 a β, findet man eigentlich sehr wenige Unterschiede von derjenigen in der älteren Zone. Die Facies ist korallenreicher; die Korallenformen, die auftreten, repräsentieren aber keine neuen Formen; es sind solche, die schon im obersten Untersilur angefangen haben. Von den Brachiopoden ist wohl nur die *Streptis*-Form eine wirkliche Neuerwerbung, wahrscheinlich von Westen eingewandert. Die *Meristella subundata*, M'COY. ist wohl nicht auf

diese Zone beschränkt; sie tritt jedoch in diesem Gebiet hier besonders reichlich auf und kann deshalb als Zonenfossil benutzt werden.

Von den Trilobiten heben sich die *Illaenus*formen durch besondere Häufigkeit hervor; es sind dieselben Formen wie in 6 a α; am allgemeinsten ist *Illaenus sculptus*, Kiær (nov. sp.). Die Gattung *Bumastus* ist noch nicht erschienen. Die kleine *Phaetonides*-Form scheint nur hier aufzutreten; sie ist von derjenigen in 6 b verschieden.

Im obersten Teil der Zone treten verschiedene grosse Nautiloideen auf, oft nur als schlecht erhaltene Fragmente, zuweilen als kalkknollenartige Bildungen im Schiefer. Besonders eigentümlich für diese Zone scheint mir ein grosses *Phragmoceras* zu sein.

6 b α. Die fossilienarme Zone mit den dicken Kalksandsteinschichten.

Vollständig entblösst habe ich diese Zone nur auf Spirodden gefunden; auf Konglungø sind die untersten dicken Kalksandsteinschichten zu sehen, das übrige ist vom Wasser bedeckt. Sonst habe ich sie nicht bemerkt. Während meiner Kartierung von Asker in den Jahren 1897—98 war ich auf diese Abteilung nicht aufmerksam; ich unterschied damals nur einen unteren und einen oberen Teil der Etage 6. Nachdem ich jetzt die verschiedenen Zonen des Unteren Llandovery festgestellt habe, zweifle ich aber nicht, dass künftige Untersuchungen auch diese Zone in mehreren anderen mehr überdeckten Profilen entdecken werden. Faunistisch glaube ich nicht, dass man in 6 b α viel neues finden wird; die Schichtenfolge ist, wie gesagt, sehr fossilienarm und zeichnet sich in dieser Hinsicht mehr durch negative als durch positive Eigentümlichkeiten aus. Ich brauche deshalb nur auf meine frühere Schilderung der Zone auf Spirodden hinzuweisen, wo sie ganz ausgezeichnet zu sehen ist.

6 b β. Die schieferreiche Zone mit Kalkschichten reich an Cyphaspis sp. und Bumastus brevis, Kiær.

Die einzige Stelle, wo ich diese Zone in vollständigem Zusammenhang mit der unter- und oberliegenden studieren konnte, ist Spirodden. Ich weise auf meine Beschreibung und Fossilienlisten auf Pag. 323 hin; ich kann hier nur wenig hinzufügen. Schichten, die dieser Zone, speziell ihrem oberen Teil angehören, habe ich an mehreren Stellen sowohl in Asker als in Bærum gefunden. Ich mache besonders auf die Eisenbahnprofile zwischen Asker und Hvalstad aufmerksam. Wenn man die Eisenbahnlinie entlang von Asker Station nach Hvalstad geht, hat man

sofort auf den ersten 600 m. mehrere sehr gute Profile, besonders auf der NW.- und W.-Seite der Linie. In diesen Profilen sieht man die Schichtenfolge der Zonen 6 b β und 6 c α mehrmals wiederholt. Die Schichten fallen meistens steil nach NO. und sind auch hier reich an Fossilien. Die Bahnlinie geht weiter in einer grossen Kurve über welliges, fast ganz überdecktes Terrain, wo die Zone 6 b α zwei Mal in niedrigen Profilen durchschnitten wird. Bei Nedre Høn findet man dann ein gutes Profil durch Schichten der Zone 6 c α, nach SSO. fallend. Weiter findet sich bei Muserud in einem längeren Profil ein Sattel von schieferreichen Schichten der Zone 6 b β. Dieselben Schichten kommen bald wieder zum Vorschein mit SSO.-lichem Einfallen; gleich nachher hat man ein langes, schönes Profil bei Hofstad, wo die gefalteten Schichten des obersten Untersilurs entblösst sind. Ein Stückchen weiter (ca. 300 m.) findet man bei Bjørndalen wieder zwei Profile durch die Zone 6 c α mit vielen Fossilien; die Schichten liegen hier stark gefaltet. Dies ist das letzte obersilurische Profil zwischen Asker und Hvalstad; das nächste in der Nähe der Hvalstadbrücke durchschneidet Schichten der Etage 4 (diverse Zonen der Abteilung 4 c). Das Obersilur zeigt sich an der Bahnlinie erst, nachdem man Slæbende Station passiert hat. Die Zone 6 b ist hier in keinem der Eisenbahnprofile zu sehen.

Ich will die Einsammlungen in diesen Profilen hier nicht aufzählen; sie geben keine neuen Beiträge zu der Fauna, die ich für die Zone auf Spirodden angegeben habe. Ich hebe jedoch hervor, dass *Atrypa reticularis*, L. hier viel allgemeiner in 6 b α vorkommt als auf Spirodden; stellenweise tritt sie in ganzen Schichten auf. Auch *Stricklandinia lens*, Sow. ist oft sehr häufig.

Schon früher habe ich eine kurze allgemeine Charakteristik der Fauna in den beiden Abteilungen von 6 b gegeben (Pag. 326).

6 c α. Die kalkreiche Zone mit Stricklandinia lens, Sow.

Diese Zone tritt in zwei verschiedenen Faciesentwickelungen auf. An einigen Stellen ist sie sehr kalkreich und enthält fast gar keine Schichten aus Kalksandstein; an anderen Stellen sind die Kalkschichten sparsamer und die Kalksandsteinschichten zahlreich und oft dick. Typisch für die erste Faciesentwickelung ist das Profil auf Spirodden (Pag. 327 und Fig. 87, VI), das ich schon eingehend geschildert habe. Die Schichtenfolge besteht hier aus Schiefer und zahlreichen, gewöhnlich 3—5 cm. dicken Kalkschichten, die mehr oder weniger knollig sind und sich oft in Knollen und Linsen auflösen. Schichten von Kalksandstein kommen sehr selten

vor und sind in kleineren Profilen oft nicht zu entdecken. Der Schiefer ist ziemlich reichlich, oft in 10 cm. dicken und dickeren Schichten vorhanden. Die Fauna zeichnet sich durch ihren Reichtum an Korallen und Brachiopoden, durchgehends in grossen kräftigen Formen, aus. In besonderer Menge treten *Favosites asper*, d'Orb. und ein grosses *Cyathophyllum* sp. auf; zu diesen gesellen sich viele andere hübsche *Rugosen*, *Heliolitiden*, *Favositiden* und *Stromatoporen*. Ganz imponierend wirkt diese korallenreiche Facies in gut aufgeschlossenen Profilen, z. B. auf Spirodden und in dem Eisenbahnprofil bei Sandviken. Von den Brachiopoden kommt besonders *Stricklandinia lens*, Sow. in vielen Kalkschichten in Mengen und in gut erhaltenen, stellenweise riesenhaften Exemplaren vor. Diese Entwickelung habe ich sonst weiter im WSW. bei Vetrestøen, in dem Eisenbahnprofil gleich N.-lich von Asker Station und bei Sandviken Station gefunden.

Besonders prachtvoll sind die Profile bei der Station Sandviken in Bærum. Die Bahnlinie folgt nördlich von der Station eine Zeit lang dem Streichen der Schichten, und die Schichtenflächen sind deshalb hier sehr gut blossgelegt. Schon von den Fenstern des vorbeieilenden Zuges aus kann man die zahlreichen weissen *Favosites*stöcke auf den dunklen Schichtenflächen sehen. Auch NW.-lich von der Eisenbahnstation stehen die *Stricklandinia*-Schichten an bis in die Nähe des kleinen Baches von dem Engervand; in den obersten Schichten hier fand ich Kalkschichten voll von ausserordentlich grossen und gut erhaltenen Exemplaren von *Stricklandinia lens*, Sow.

Die kalkärmere Entwickelung ist besonders schön am Wege in dem inneren Teil der Leangenbucht und auf der SO.-Seite des steilen Løkkeaas zu sehen. Ich weise auf die Beschreibung des letzten Profiles hin (Pag. 350). Korallen sind in dieser Entwickelung selten und der Übergang von der älteren Zone ganz unbestimmt.

Die Fossilien, die ich in dieser Zone auf Spirodden eingesammelt habe, sind schon früher aufgezählt worden (Pag. 327); bis jetzt sind die folgenden aus dieser Zone in Asker und Bærum bekannt:

Mastopora sp.
Receptaculites sp. Selten.
Stromatopora sp. Allg.
Halysites escharoides, Lam.
Halysites catenularius, L. Stellenweise allg.
Favosites asper, d'Orb. In Mengen.
Favosites Hisingeri, Edw. & H. Selten.

Propora conferta, Edw. & H. Nicht allg.
Propora tubulata, Lonsd. Nicht allg.
Propora Grayi, Nich. & Eth. Selten.
Plasmoporella stella, Ldm. Allg.
Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Ptychophyllum sp. Allg.
Zaphrentis vortex, Ldm.
Cyathophyllum sp. Grosse Form. Sehr allg.
Stictopora (?) *Malmøensis*, Kjerulf.
Orthis Davidsoni, de Vern. Selten.
Orthis Actoniae, Sow. Selten.
Orthis flabellulum, Sow. Selten.
Orthis rustica, L. Allg.
Orthis cf. *canaliculatum*, Ldm. Allg.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg.
Strophomena cf. *pecten*, L.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse und kleine Varietät. Allg.
Leptocoelia hemisphaerica, Sow. (?). Selten.
Atrypa reticularis, L. Allg., stellenweise in Mengen.
Atrypa imbricata, Sow.
Meristella sp.
Spirifer cf. *Marklini*, de Vern. Sehr selten.
Barrandella undata, Sow. Allg.
Stricklandinia lens, Sow. Allg., oft in ganzen Formationen.
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt.
Bumastus brevis, Klær (nov. sp.)
Phacops elliptifrons, Esm. Allg.
Cheirurus cf. *bimucronatus*, Murch.
Encrinurus punctatus, Brünn. Allg.
Bellerophon sp.
Gastropoder, diverse unbestimmte Formen.
Orthoceras sp.
Discoceras sp.

6 c β. Die schieferreiche Zone mit Stricklandinia lens, Sow. und den ersten Formen der Pentamerus oblongus-Reihe.

Im Profil auf Spirodden sahen wir, dass der obere an *Favosites* reiche Teil der Zone 6 c α von sehr schieferreichen Schichten in geringer

Mächtigkeit bedeckt wurde; es waren die tiefsten Schichten der schieferreichen Zone 6 c β. Weiter im SW. bei Munkesletten und noch besser zwischen Vetrestøen und Vetre Dampfschiffsbrücke ist nun diese Zone ganz ausgezeichnet entblösst in einer Mächtigkeit von 5—6 m. (Fig. 90). Hier lässt sich ihre Fauna im Detail studieren und bietet viel interessantes dar, indem in diesem Gebiete die ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe mit den letzten der *Stricklandinia lens*, Sow. zusammen auftreten. In keinem anderen Gebiete scheint die *Pentamerus oblongus*-Reihe so früh aufzutreten wie hier, und diese erste Mutation zeigt denn auch in ihrem Septalbau sehr eigentümliche Verhältnisse, die zu *Stricklandinia lens*, Sow. hinüberzuführen scheinen.

Wie das Detailprofil zeigt (Fig. 90), besteht die Schichtenfolge aus sehr reichlichem graugrünem Schiefer, einzelnen dünnen Kalkschichten und zahlreichen Schichten aus feinem Kalksandstein, die besonders im unteren Teil dick sind. Das Detailprofil zeigt die Schichtenfolge besser als jede Beschreibung.

In den Profilen durch 6 c β bei Vetrestøen und Spirodden habe ich folgende Formen eingesammelt:

Stromatopora sp. Grosse Stöcke. Nicht allg.
Favosites asper, d'Orb. Nicht selten im oberen Teil.
Propora sp. Ganz kleine embryonale Kolonien. Nicht allg.
Ptychophyllum sp. Kleine Form. Allg.
Monotrypa sp. Ganz kleine halbkugelige Kolonien. Auf Oberflächen von Kalkschichten.
Ptilodictya sp. Selten; auf Oberflächen von Kalkschichten.
Stictopora(?) *Malmøensis*, Kjerulf. Stellenweise allg., jedoch meistens in kleineren Fragmenten.
Glauconome disticha, Goldf. Allg. auf den Kalkschichten im oberen Teil.
Helopora sp. Oft in Mengen auf den Oberflächen der Kalkschichten im oberen Teil.
Pholidops implicata, Sow. In Mengen auf der Oberfläche der Kalkschicht P_4.
Orthis rustica, L.
Orthis sp.
Bilobites biloba, L. Allg. im oberen Teil.
Strophomena rhomboidalis, W. Allg. im oberen Teil.
Strophomena euglypha, His. Nicht selten im oberen Teil.

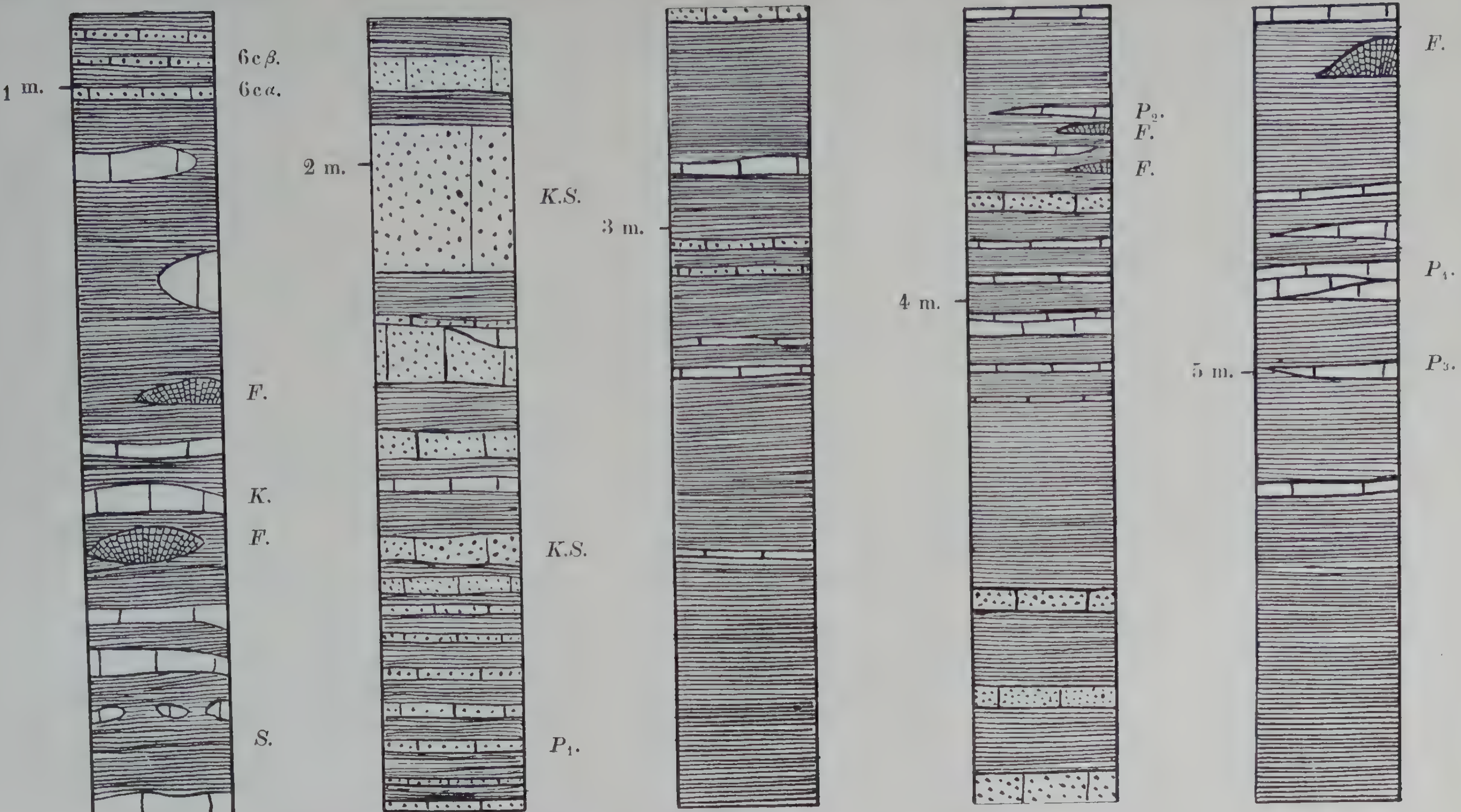


Fig. 90. Detailprofil durch die Zone 6 c β bei Vetre. Im Massstabe von 1 : 10. Schiefer (*S.*), Kalkschichten (*K.*) und Kalksandsteinschichten (*K.S.*). *F.* Stöcke von *Favosites*. $P_1 - P_4$. Schichten mit *Pentamerus*.

Atrypa reticularis, L. Allg. im Schiefer und in einzelnen Kalkschichten.

Leptaena transversalis, Dalm. Kleine Varietät. Nicht allg.

Leptaena sp. Kleine Form. Allg. im unteren Teil 0.2—0.5 m. hinauf.

Meristella sp. Sehr allg. zwischen den dicken Kalksandsteinschichten.

Athyris depressa, Sow. Nicht allg.

Barrandella undata, Sow. Sehr grosse, gewölbte Form. Allg. in der ganzen Schichtenfolge.

Stricklandinia lens, Sow. Allg. im oberen Teil, besonders in der Schicht P_4.

Pentamerus cf. *borealis*, Eichw. Allg. in einzelnen Kalkschichten (P_1—P_4), besonders im oberen Teil (P_4).

Rhynchonella borealis, Schl. Im oberen Teil. Selten.

Tentaculites Anglicus, Salt. Im oberen Teil.

Calymene sp. Selten.

Von der Schichtenfolge der 6 c β sind bei Vetrestøen 5—6 m. entblösst; die Schichten werden dann vom Meere bedeckt. Ein vollständiges Profil durch diese Zone nach der kalkreichen Faciesentwickelung von 6 c α wie bei Vetrestøen kenne ich nicht. Dagegen habe ich den vollständigen Übergang von 6 c bis 7 a in zwei Profilen gesehen, in denen 6 c α in der anderen, kalkärmeren Entwickelung vorhanden ist, nämlich im Løkkeaas bei Sandviken und im Leangaas in dem inneren Teil der Leangenbucht. Bei dieser Entwickelung von 6 c α ist eine scharfe Grenze zwischen 6 c α und 6 c β nicht zu sehen. Die dicken Schichten von Kalksandstein, die im Profil bei Vetrestøen im unteren Teil der Zone 6 c β stark hervortreten, fand ich dagegen an beiden Stellen wieder. Sie bilden bei dem Løkkeaas eine 0.75—0.80 m. dicke Bank. Hierüber folgt eine sehr schieferreiche Abteilung, im Løkkeaas 3.2 m. mächtig, die dünne Schichten aus Kalksandstein und Kalk führt. In den Kalkschichten fand ich kleine *Beyrichien* und *Primitien* zusammen mit *Orthis* sp., *Strophomena* cf. *pecten*, L., *Atrypa reticularis*, L. und *Helopora* sp. (allg.). Bei Leangen fand ich in derselben Abteilung eine Schicht mit *Stricklandinia lens*, Sow. und *Atrypa reticularis*, L. Über dieser schieferreichen Abteilung folgt eine 7—8 m. mächtige Schichtenfolge mit zahlreichen, teilweise knolligen Kalkschichten, sparsamen Kalksandsteinschichten und ziemlich reichlichem Schiefer. Nach oben werden die Schichten mehr und mehr kalkreich, bis die Kalksandsteinschichten

verschwinden, und die Zone 7 a anfängt. Die Fauna ist in diesem obersten Teil ganz reich und interessant. Ich nenne *Orthis Wisbyensis*, LDM., die stellenweise in ganzen Formationen auftritt, ferner *Strophomena euglypha*, HIS. und *Strophomena* cf. *pecten*, L., *Atrypa reticularis*, L. (allg.), *Stricklandinia lens*, SOW., *Stictopora Malmøensis*, KJERULF (allg.). Kleine *Beyrichien* und *Primitien* (allg.), *Phacops elliptifrons*, ESM. und *Encrinurus punctatus*, BRÜNN.

Pentamerus wurde in diesen Profilen nicht gefunden.

Die Mächtigkeit der Zone 6 c β berechnete ich im Løkkeaas zu 12—13 m. (siehe Pag. 350). Auch am Wege von Slæpenden Station ist der obere Teil der Zone gut zu sehen.

Die Fauna zeichnet sich, wie schon gesagt, durch das Zusammenauftreten von *Stricklandinia lens*, SOW. und *Pentamerus* cf. *borealis*, EICHW. aus. Beide Formen kommen aber auch in der folgenden Zone zusammen vor; ja, dies Verhältnis sollte ja gerade für 7 a etwas ganz eigentümliches sein. Wir kommen deshalb zu dem Resultat, dass der *Pentamerus* cf. *borealis*, EICHW., der den ersten Repräsentanten der interessanten *Pentamerus oblongus*-Reihe darstellt, auf diesem Gebiete früher als in den anderen auftritt. Sonst stimmt die Zone gut mit der Entwickelung von 6 c β auf Malmø überein. Einzelne eigentümliche Formen sind ja in Asker und Bærum gefunden worden, von denen ich besonders die kleine *Pholidops implicata*, SOW. hervorhebe. Ich fand sie in grossen Mengen auf der Oberfläche der Kalkschicht P_4 bei Vetrestøen. Die Oberfläche dieser schiefrigen Kalkschicht war gebildet aus unzählichen Fragmenten von feinen Bryozoen, kleinen Brachiopoden und einzelnen grösseren Schalen und Schalenfragmenten von *Barrandella*, *Stricklandinia* und *Pentamerus*. In den oberen Kalkschichten wird man besonders auf die allgemein auftretenden kleinen *Beyrichien* und *Primitien* aufmerksam.

Die Faciesentwickelung im Unteren Llandovery.

Während keine Ähnlichkeit mit der westlichen Entwickelung besteht, lässt es sich nicht leugnen, dass die Faciesentwickelung im allgemeinen bedeutende Übereinstimmung mit derjenigen im Malmøgebiet zeigt. In beiden Gebieten kann man dieselbe Reihe von Faciesveränderungen konstatieren. Die Zonengliederung kann deshalb in ähnlicher Weise vorgenommen werden. Es finden sich aber andererseits so viele Unterschiede, dass man nicht mit Sicherheit bestimmen kann, ob diese Zonen sich genau decken.

Das Untere Llandovery beginnt in beiden Gebieten mit sehr schieferreichen Ablagerungen (6 a α); während nun diese im Malmøgebiet fast fossilienleer sind, überraschen sie in Asker und Bærum oft durch ihre reichen Faunen, die natürlich grosses Interesse besitzen. Die dichtliegenden Kalkknollenschichten, die für das Gebiet bei Malmø unterst in der Etage so charakteristisch sind, fehlen in den Gebieten westlich vom Kristianiafjord vollständig. Die Unterschiede, die sich somit hier unterst zeigen, sind eng an die Faciesunterschiede gebunden, die in beiden Gebieten im obersten Teil des Untersilurs vorhanden sind. Selbst innerhalb Asker und Bærum variiert die Entwickelung der Zone 5 b bedeutend, und man findet deshalb selbst innerhalb dieses Gebiets nicht unbedeutende Variationen in der ersten Zone des Obersilurs (Pag. 329).

Hierüber folgt in beiden Gebieten eine kalkreichere Abteilung 6 a β. Im Malmøgebiet ist sie entweder wenig mächtig (ca. 10 m.) oder unvollständig entblösst; die Profile können in dieser Hinsicht nicht mit Sicherheit kombiniert werden (Pag. 137). In Asker und Bærum sind die Profile ganz vollständig, und 6 a β tritt hier als eine ca. 45 m. mächtige Schichtenfolge auf. Dies scheint dafür zu sprechen, dass im Malmøgebiet nur der unterste Teil der Zone zu sehen ist. Immerhin wäre es auch möglich, dass die kalkreiche Facies hier später angefangen hat. Mit dieser Erklärung würde es gut übereinstimmen, dass die Gesamtmächtigkeit beider Zonen in beiden Gebieten ungefähr dieselbe ist. Man sieht, dass man hier nicht mit Sicherheit entscheiden kann, welche Erklärung die richtige ist.

Mit der Zone 6 b verändert sich die Facies in beiden Gebieten in ziemlich übereinstimmender Weise. Die Kalkschichten verschwinden nämlich jetzt vollständig und tauchen erst höher hinauf allmählich wieder auf. Mit dieser Veränderung tritt eine Verärmerung der Fauna ein; sie ist unterst (in 6 b α) in beiden Gebieten sehr sparsam, um dann nach oben allmählich reicher und reicher zu werden; sie kulminiert in der oberen kalkreichen Zone 6 c α, wo eine Fülle von verschiedenen Tierformen ihre Reste hinterlassen hat. Diese Entwickelung der Fauna geht in beiden Gebieten in ähnlicher Weise vor sich, auch der eigentümliche, mikrofaunistische Charakter der Fauna im Anfang dieser Entwickelung ist derselbe. In den Einzelheiten sind jedoch mehrere Unterschiede vorhanden, die den genauen Vergleich der einzelnen Zonen erschweren. Besonders im unteren Teil besitzen beide Gebiete gewisse faunistische Eigentümlichkeiten, so dass die genaue Parallelisierung unsicher wird.

Vielleicht wäre es richtiger gewesen, die *Cyphaspis*-Schichten (6 b β_1) als 6 b α_2 zu bezeichnen; die Fauna stimmt aber so genau mit derjenigen in den *Bumastus*-Schichten überein, dass es in diesem Gebiet natürlicher erscheint, diese beiden Abteilungen zu verbinden.

Den reichen *Atrypa*-Schiefer, der so charakteristisch für das Malmøgebiet ist, trifft man in Asker und Bærum nicht in derselben Entwickelung wieder. In den *Bumastus*-Schichten, die diesem Schiefer gewiss entsprechen, ist der Schiefer bei weitem nicht in der Weise mit *Atrypa reticularis*, L. und *Leptaena transversalis*, Dalm. angefüllt. Hier treten aber Kalkschichten auf, die eine ähnliche Fauna enthalten können. Sonst ist die Fauna hier in Asker und Bærum viel mannigfaltiger und eigentümlicher als im Malmøgebiet.

Sehr eigentümlich ist auch das frühe Auftreten von *Stricklandinia lens*, Sow. Diese Form tritt hier schon in den *Cyphaspis*-Schichten sparsam auf und ist in einzelnen Kalkschichten der *Bumastus*-Schichten ganz allgemein. Die Teilung der Etage im Malmøgebiet in einen oberen Teil (6 c) mit *Stricklandinia lens*, Sow. und einen unteren (6 a—b) ohne diese Form bekommt hierdurch nur lokalen Wert.

Die Zone 6 c α, die als die eigentliche *Stricklandinia lens*-Zone bezeichnet werden kann, ist ziemlich übereinstimmend in beiden Gebieten. In Asker und Bærum ist sie aber am kalk- und korallenreichsten entwickelt, und hat hier auch eine grössere Mächtigkeit.

Oberst im Unteren Llandovery — in der Zone 6 c β — tritt in beiden Gebieten dieselbe Faciesveränderung ein. Man findet wieder eine sehr schieferreiche Schichtenfolge mit einzelnen dicken Kalksandsteinschichten und dünnen Kalkschichten, die unten sparsam, nach oben zahlreicher werden. Die Fauna ist in beiden Gebieten reich, jedoch im Malmøgebiet am reichsten; besonders Korallen und Bryozoen treten hier viel reichlicher auf. In Asker und Bærum findet man in dieser Zone die ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe, die also hier viel früher als in den übrigen Gebieten auftaucht.

Werfen wir schliesslich einen Rückblick auf die faunistischen Verhältnisse in Asker und Bærum, so sehen wir leicht, dass die Faunen, die in den verschiedenen Zonen auftreten, viel mehr miteinander übereinstimmen als diejenigen, die im Malmøgebiet auftreten. Die scheinbaren faunistischen Unterschiede, die sich hier und noch mehr im Malmøgebiet in den verschiedenen Teilen des Unteren Llandovery zeigen, sind deshalb hauptsächlich in Faciesveränderungen, und nur im geringen Masse

in wirklicher Faunaveränderung, entweder durch phylogenetische Entwickelung oder Einwanderung, begründet.

Das Auftreten des Unteren Llandovery.

Das Untere Llandovery hat die grösste Verbreitung in Asker; die obersilurischen Streifen bestehen hier wesentlich aus den Schichten dieser Etage; nur in den Streifen Leangen, Asker und Sem finden sich kleinere Partien, die aus den Schichten des Oberen Llandovery aufgebaut sind. Besonders in dem Streifen Leangen finden sich ganz ausgezeichnete Profile, von denen die meisten in der speziellen Beschreibung ausführlich behandelt worden sind. Besonders hervorragend sind natürlich die Küstenprofile, wo die Schichtenfolge oft mit wunderbarer Klarheit studiert werden kann. Weiter drinnen im Lande ist sie gewöhnlich sehr überdeckt, und da sie durchgehends schieferreich ist, hat sie die Erosion an den meisten Stellen zu seichten Niederungen ausgegraben.

In Bærum spielt die Etage eine viel mehr zurücktretende Rolle. In dem Øverland-Streifen ist sie sehr stark überdeckt; nur in dem Streifen Sandviken findet man hier brauchbare Profile. Hier ist ihr Ausgehendes dann aber durch die grosse Verwerfung Øverlandselv—Engervand fast verdoppelt, und mehrere Profile in dem südwestlichsten Teil dieses Streifens sind denn auch ausgezeichnet aufgeschlossen und von grossem Interesse.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

Das Obere Llandovery ist eine ca. 150 m. (151—157) mächtige Schichtenfolge, die wie überall im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebietes aus einer unteren mächtigen Kalkabteilung — dem *Pentamerus*kalk — und einer oberen schieferreicheren besteht. Die Faciesentwickelung ist anfangs eine östliche, später eine westliche und geht dann zuletzt wieder zu einer östlichen über. Es zeigen sich in dieser Etage viel weniger Eigentümlichkeiten als in der vorigen Etage.

Ich unterscheide die folgenden Zonen:

7 a.	Die Zone mit dem unteren, mehr feinknolligen Teil des *Pentamerus*kalks	60—65 m.
7 b α.	Die Zone mit dem oberen, mehr grobknolligen Teil des *Pentamerus*kalks	

7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk . . . . . ca. 30 m.
7 c α. Die Zone mit dem roten *Crotalocrinus*-Schiefer . . 11—12 m.
7 c β-γ. Die Zone mit *Stricklandinia lirata,* Sow. oder dem oberen Korallenkalk . . . . ca. 50 m.

Die Mächtigkeit ist somit hier grösser als in irgend einem anderen Gebiete.

7 a—b α. Die Zonen mit dem unteren feinknolligen und dem oberen grobknolligen Pentameruskalk.

Der *Pentamerus*kalk, der aus diesen beiden Zonen gebildet wird, ist ähnlich entwickelt wie im Malmøgebiet. Es ist ein dichter oder krystallinischer Kalk von bald heller, bald dunkler graublauer Farbe. Die beiden Zonen können hier aber nicht scharf voneinander getrennt werden; man wird jedoch gewöhnlich finden, dass auch hier der untere Teil mehr feinknollige und oft mit Schiefer reichlicher gemischte, der obere dagegen mehr grobknollige und dichtere Kalkschichten enthält. Der reinste Kalk findet sich in den obersten Schichten, die in einer Mächtigkeit von 5–9 m. an vielen Stellen, besonders bei Sandviken, für Kalkbrennung in langen, offenen Brüchen ausgebrochen sind. Die beiden Zonen sind zusammen 60—65 m. mächtig.

Die Fauna ist noch nicht eingehend untersucht worden. Sie macht gewöhnlich einen einförmigen Eindruck; an vielen Stellen findet man die Schichten, besonders im mittleren und oberen Teil, voll von *Pentamerus oblongus,* Sow. in derselben Mutation, die in den entsprechenden Zonen auf Malmø vorkommt. Sonst sind verschiedene Korallen allgemein, die ich jedoch an keiner Stelle in grösserer Menge gefunden habe.

Wie schon gesagt, geht das Untere Llandovery ganz allmählich in den *Pentamerus*kalk über. Auch faunistisch ist keine sichere Grenze zu finden. Um dies zu illustrieren, will ich das Profil auf Løkkeaas bei Sandviken anführen. Oberst in der steilen SO.-Seite sind die Übergangsschichten an mehreren Stellen gut aufgeschlossen. Ein bischen südlich von dem Aussichtspunkt fand ich folgende Schichtenfolge von unten nach oben:

6 c α. Diese Zone ist hier nicht so kalkreich wie bei Sandviken Station und enthält zahlreiche, teilweise dicke Kalksandsteinschichten. Der Schiefer ist reichlich vorhanden. Von den zahlreichen Kalkschichten bestehen viele aus Fragmentkalk von Brachiopoden; einige enthalten reiche Formationen von *Stricklandinia lens,* Sow. oder mehr gemischte

Formationen, unter denen *Atrypa reticularis*, L. eine Hauptrolle spielt. Im Schiefer kommt *Atrypa* stellenweise in Mengen vor; sonst sind *Stricklandinia lens*, Sow. und *Meristella* sp. häufig. Korallen sind hier selten. Einzelne der Kalkschichten enthalten kleine, rötliche Stielglieder von *Crinoiden.* Von dieser Zone sind oberhalb des mittleren, überdeckten Teils der SO.-Seite ca. 15 m. zu sehen.

6 c *β*. Bei dieser Faciesentwickelung von 6 c *α* ist die Grenze gegen 6 c *β* ganz unbestimmt. Eine 0.75—0.80 m. dicke Bank mit dicken, dichtliegenden Kalksandsteinschichten entspricht sicherlich den dicken Kalksandsteinschichten im untersten Teil derselben Zone bei Vetrestøen. Gleich unterhalb dieser finden sich zahlreiche dünne Kalksandsteinschichten mit Schiefer und einzelnen Kalkschichten, meistens aus Fragmentkalk bestehend. Ich sah hier *Strophomena* cf. *pecten*, L., *Atrypa reticularis*, L., *Meristella* sp., *Stricklandinia lens*, Sow., *Phacops elliptifrons*, Esm. und ab und zu kleine *Crinoiden*-Stielglieder von bleichroter Farbe.

Über den dicken Kalksandsteinschichten liegen 3.2 m. mit sehr reichlichem Schiefer und dünne Schichten aus Kalksandstein und Kalk; in den letzteren fand ich *Orthis* sp., *Strophomena* cf. *pecten*, L., *Atrypa reticularis*, L., kleine *Beyrichien* und *Primitien*, *Helopora* sp. (allg.) und *Mastopora fava*, Salt.

Hierüber folgt eine 7—8 m. mächtige Schichtenfolge mit zahlreichen, teilweise knolligen Kalkschichten, sparsameren Kalksandsteinschichten und ziemlich reichlichem Schiefer. Die beiden letzteren werden sparsamer gegen oben. Ich fand hier *Orthis* sp., *Strophomena* cf. *pecten*, L., *Atrypa reticularis*, L., *Atrypa* sp., *Stricklandinia lens*, Sow. (selten) und kleine *Beyrichien* und *Primitien.* Durchschnitte von den rötlichen *Crinoiden*-Stielgliedern sah ich hier nicht.

7 a. Oberst in 6 c *β* wurden die Kalkschichten dichter und die Kalksandsteinschichten sparsamer; die letzteren verschwinden jetzt ganz, und die Kalkschichten (mehr oder weniger knollig, auch in Knollen übergehend) setzen nun in grosser Mächtigkeit fort. Sie bestehen teils aus dichtem, teils aus mehr krystallinischem Kalk und enthalten oft rötliche *Crinoiden*-Stielglieder. Der Schiefer ist in den unteren 3—4 m. noch ziemlich reichlich. In den unteren 3 m. fand ich folgende Fossilien:

Stromatopora sp.
Favosites Gotlandicus, L.
Favosites maximus, Qu.
Zaphrentis sp.

Calostylis denticulata, Kjerulf.
Strophomena expansa, Sow. var.
Strophomena rhomboidalis, W.
Atrypa reticularis, L.
Atrypa imbricata, Sow.
Atrypa sp. Sehr stark gewölbt (*reticularis*, L. var.?).
Barrandella sp. Grosse Form.
Stricklandinia lens, Sow. Mehrere Exemplare 2.5 m. hinauf.
Rhynchonella borealis, Schl.
Phacops elliptifrons, Esm.
Cheirurus bimucronatus, Murch.
Illaenus sp.
Bumastus depressus, Kiær (nov. sp.)
Leperditia Hisingeri-abbreviata, Schm. Allg.
Beyrichia sp.
Bellerophon sp. Grosse Form.

In denselben Schichten habe ich auf anderen Lokalitäten auch einige andere Fossilien gefunden, wie *Strophomena englypha*, His., *Strophomena* sp., *Atrypa imbricata*, Sow.. *Encrinurus punctatus*, Brünn., *Bellerophon* sp., *Discoceras* sp.

Wie man sieht fand ich hier kein Exemplar von *Pentamerus oblongus*, Sow. Ich habe diese Form überhaupt in diesem Gebiet nicht in den tiefsten Schichten des *Pentamerus*kalkes gefunden. Erst 5—6 m. hinauf beginnt sie sparsam sich einzufinden. Dies beruht natürlich nur auf lokalen Verhältnissen: denn die Entwickelungsreihe dieser wichtigen Form fängt ja, wie wir gesehen haben, schon in den untersten Schichten der Zone 6 c β an.

Wichtig für die Grenzenbestimmung zwischen 6 c β und 7 a ist das Auftreten der aufgeführten *Leperditia*; sie tritt in den untersten Schichten der Zone 7 a auf, was auch in anderen Gebieten der Fall ist. Sonst ist die Fauna noch wenig verändert. Noch ist *Phacops elliptifrons*, Esm. allgemein, und *Stricklandinia lens*, Sow. zeigt sich zum letzten Mal in vereinzelten Exemplaren.

Recht bezeichnend für den unteren Teil der 7 a sind auch in diesem Gebiet dünne *Crinoiden*-Stielglieder von bleichroter Farbe. Ähnliche habe ich aber auch tiefer gefunden, sowohl in 6 c β als oberst in 6 c α.

Es scheint nach diesem Profil am natürlichsten, die Grenze da zu setzen, wo die letzten Kalksandsteinschichten aufhören; die Kalkfacies des *Pentamerus*kalks ist hiermit eingetreten.

Ganz in derselben Weise fand ich die Übergangsschichten bei Leangen in Asker entwickelt.

Aus den höheren Schichten von 7 a und von 7 b α kann ich folgende Fossilien anführen:

Stromatopora sp. Allg.
Halysites catenularia, L.
Halysites macropora, Eichw.
Favosites Gotlandicus, L. Allg. in mehreren Varietäten mit Übergangsformen von *Favosites asper*, d'Orb.
Favosites maximus, Quenst.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Propora cf. *compacta*, Ldm.
Acantholithus asteriscus, F. Röm.
Calostylis denticulata, Kjerulf.
Zaphrentis sp. Mehrere Formen. Allg.
Crotalocrinus-ähnliche Stielglieder. Allg. Oberst.
Strophomena cf. *expansa*, Sow. Allg.
Strophomena sp.
Atrypa reticularis, L. Stark gewölbte Varietät.
Pentamerus oblongus, Sow. Allg., oft reiche Formationen bildend. Gewöhnlich eine breite, wenig trilobate Mutation.
Spirifer crispus, His. Selten.
Illaenus rotundus, Kiær (nov. sp.). Selten unten.
Bumastus longicaudatus, Kiær (nov. sp.). Selten.
Bumastus perbrevis, Kiær (nov. sp.).
Bronteus sp. Selten.
Cheirurus cf. *bimucronatus*, Murch.
Proetus cf. *distans*, Ldm.
Leperditia abbreviata, F. Schm. Allg.
Beyrichia sp. Selten.
Tentaculites cf. *anglicus*, Salt. Selten.
Cyclonema sp.
Pleurotomaria sp. Grosse, schöne Form.

Diese Aufzählung der Fauna macht keinen Anspruch darauf, vollständig zu sein; viel Arbeit ist hier noch nötig. Die Fauna ist ungefähr dieselbe, die in den entsprechenden Zonen im Malmøgebiet vorhanden ist. Die östliche Faciesentwickelung ist somit sowohl faunistisch als petrographisch gut ausgeprägt.

Wie die Übersichtskarten zeigen, hat der *Pentamerus*kalk grosse Verbreitung sowohl in Asker als in Bærum. Die besten Profile finden sich in Asker in dem Leangenaas (bei der Leangenbucht), in Bærum bei der Kampebraaten Kalkfabrik (SW.-lich von Sandviken) und in Løkkeaas.

7 b β — 7 c γ. Die höheren Zonen des Oberen Llandovery.

Mit der Zone 7 b β tritt eine durchgreifende Veränderung in der Faciesentwicklung ein; sie geht nämlich hier von einer östlichen in eine westliche über, und schliesst sich von jetzt an bis zum Schluss des Oberen Llandovery so eng an die beschriebene Entwicklung auf Ringerike, dass ich diese Zonen nur ganz kurz zu beschreiben brauche.

7 b β oder der „untere Korallenkalk“ ist eine ca. 30 m. mächtige Zone, die aus ziemlich dünnen (2—5 cm.) und unregelmässig knolligen Kalkschichten und graugrünem Schiefer besteht. Der letztere ist reichlich vorhanden, gewöhnlich in ebenso dicken oder dickeren Schichten wie der Kalk, und bildet auch eine Reihe bis 0.7 m. dicke Schieferhorizonte, in denen keine Kalkschichten vorkommen. Diese Zone ist ausgezeichnet zu sehen in der Verwerfungsspalte bei der Kampebraaten Kalkfabrik, wo ich sie genau

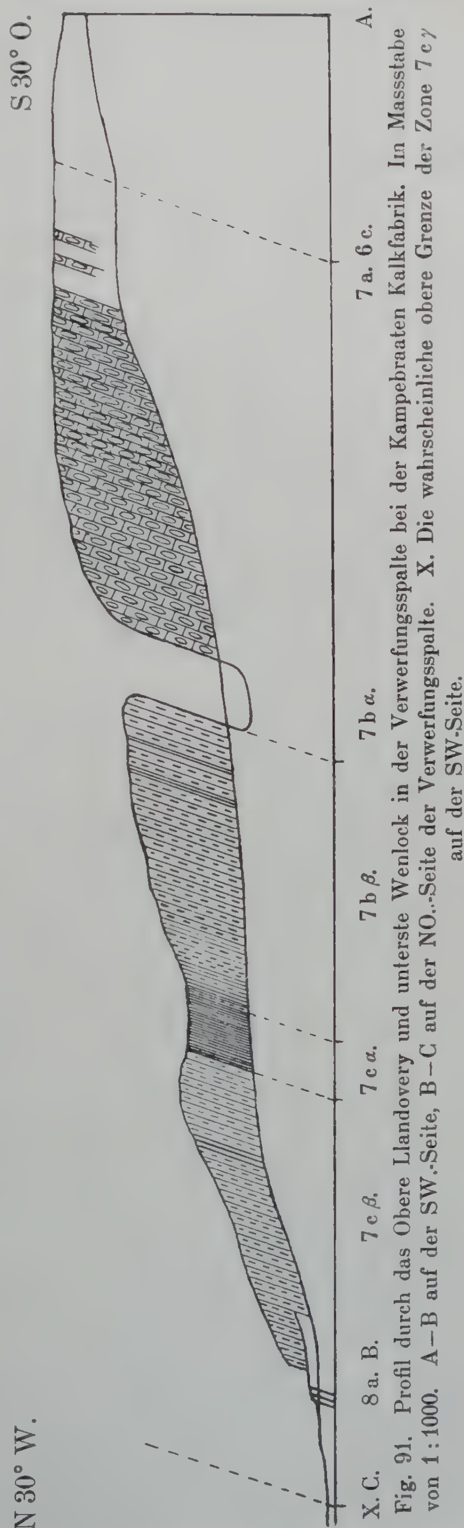


Fig. 91. Profil durch das Obere Llandovery und unterste Wenlock in der Verwerfungsspalte bei der Kampebraaten Kalkfabrik. In Massstabe von 1 : 1000. A—B auf der SW.-Seite, B—C auf der NO.-Seite der Verwerfungsspalte. X. Die wahrscheinliche obere Grenze der Zone 7 c γ auf der SW.-Seite.

messen konnte; auch am Wege NW.-lich von Vaageby ist der untere Teil gut aufgeschlossen. Hier fand ich in einem 0.7 m. dicken Schieferhorizont folgende Fossilien:

Zaphrentis sp. Kleine, breite Form. Allg.
Orthis sp. Grosse Form. Allg.
Orthis cf. *calligramma*, DALM. Selten.
Leptaena transversalis, DALM.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Barrandella cf. *linguifer*, SOW. Allg.
Illaenus longispinosus, KIÆR (nov. sp.). Allg.
Phacops sp.
Encrinurus punctatus, BRÜNN.

Die Fauna dieses fossilienreichen Horizonts ist interessant, besonders durch das Vorkommen von *Illaenus longispinosus*, KIÆR, das bestimmt dafür spricht, dass die Parallelisierung dieser Schichten mit dem obersten Teil (7 b β) des *Pentamerus*kalks richtig ist. Es wäre nämlich nicht undenkbar, dass sie dem unteren Teil der *Crotalocrinus*zone entsprächen. Sonst kann ich nicht viel von der Fauna anführen. Von Korallen habe ich folgende Formen gesehen:

Halysites catenularius, L:
Halysites sp. Sehr feinröhrig.
Favosites sp. Allg.
Alveolites sp. Dünne Blätter. Allg.
Heliolites sp.
Zaphrentis sp.

Die Erhaltung war für eine genaue Bestimmung ungünstig.

In einzelnen Schichten ist *Pentamerus oblongus*, SOW. allgemein. In anderen sah ich grosse *Crotalocrinus*-Stielglieder, jedoch nicht in grösseren Mengen.

Diese Faciesentwicklung hat am meisten Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike; weit verschieden ist die Entwicklung im Malmøgebiet mit ihren dunklen, dichtliegenden Kalkschichten.

Über den „unteren Korallenkalk“ kommt „die Zone mit dem roten *Crotalocrinus*schiefer“, die besonders in Bærum wichtig ist, weil hier ihre schön rotfarbigen Schiefer leicht wiederzukennen sind. Am besten habe ich diese Zone in dem Profil bei der Kampebraaten Kalkfabrik gesehen, wo sie vollständig aufgeschlossen ist. Unterst liegen

hier ca. 4 m. mit wechselnd graugrünem und rötlichem Schiefer, teilweise mit ganz feinen Kalkknollenschichten. Hierüber folgt dann roter Schiefer, ca. 7 m. mächtig, in welchem ähnliche Schichten von ganz feinen Kalkknollen ab und zu auftreten. Der Schiefer ist in frischem Zustand sehr schön purpurrot, wird aber in der Luft bleicher. Über diesen mächtigen Schieferhorizont folgt feinknolliger Kalk mit reichlichem Schiefer in grosser Mächtigkeit (7 c β). Sowohl Schiefer als Kalk ist im unteren Teil stellenweise rötlich. Die Grenze zwischen 7 c α und β muss jedoch da gesetzt werden, wo der mächtige rote Schiefer aufhört. Die Mächtigkeit wird dann 11—12 m.

Die Fauna ist in 7 c α nicht reich. Allgemein sind Stiele und Stielglieder von einer *Crotalocrinus*-Form, dieselbe wie auf Ringerike. Gemeinsam für beide Gebiete sind auch reiche Formationen des kleinen *Cyathophylloides*, der auf dem Meeresboden in weiten Rasen gelebt haben muss. Sonst findet man *Atrypa reticularis*, L. in einer kleinen Varietät.

Der rote *Crotalocrinus*schiefer ist an vielen Stellen in Bærum zu sehen. In dem Streifen Sandviken am besten SW.-lich vom Sandviks-elv, wo seine Schichten sehr leicht von Kampebraaten bis nach Vaageby verfolgt werden können. Weiter im NW. taucht er wieder bei Krabberud und Løkeberg auf. Im Øverlandstreifen ist er am besten am Wege nach Fleskum und zwischen Haslum und der Brücke bei Øverland zu sehen.

In Asker scheint die Zone keinen roten Schiefer zu enthalten. Jedenfalls habe ich bei Blekerhøiden, wo der obere Teil der 7 c vorhanden ist, keinen solchen gesehen.

Wie man sieht, ist diese Zone, jedenfalls in Bærum, fast ganz wie auf Ringerike entwickelt. Dasselbe ist mit der nächsten Zone der Fall.

D i e s e r o b e r s t e T e i l d e s O b e r e n L l a n d o v e r y besteht aus ziemlich dünnen, knolligen, oft ganz feinknolligen Kalkschichten und Schiefer, der durchgehends in ebenso dicken Schichten wie der Kalk auftritt; oft ist er reichlicher vorhanden. Sowohl Schiefer als Kalk hat im unteren Teil oft eine rötliche Farbe oder ist rötlich gefleckt. Dieser obere Teil der Etage ist sehr mächtig; in dem Profil am Wege nach Vaageby (im W. von dem Slæpenddal) konnte ich die Mächtigkeit zu ca. 50 m. bestimmen; auch bei Kampebraaten fand ich ungefähr dasselbe. Diese Schichtenfolge entspricht sicherlich sowohl der Zone 7 c β als 7 c γ auf Ringerike, ist aber so einförmig entwickelt, dass diese obere Zone hier nicht unterschieden werden kann. Ein oberer *Crotalocrinus*-schiefer ist nicht entwickelt. Der oberste Teil hat vielmehr grosse Ähn-

lichkeit mit dem Abschluss der *Crotalocrinus*zone auf Malmø mit ihren fossilienarmen, knolligen Kalkschichten. Die Faciesentwicklung schwankt somit oberst im Oberen Llandovery wieder zu dem östlichen Typus hinüber.

Von Fossilien sieht man am häufigsten Korallen, die jedoch nur im mittleren Teil in grösserer Menge vorkommen. Hier sind sie aber stellenweise so zahlreich, dass die Bezeichnung „oberer Korallenkalk" treffend erscheint. Solche korallenreiche Schichten sieht man am Wege nach Vaageby von 20 bis 25 m. von unten, bei Kampebraaten noch höher, nämlich 25 bis 35 m. von unten. Die obersten 15 m. scheinen nicht fossilienreich zu sein. Ich kann folgende Formen anführen:

Halysites sp. Allg.
Favosites nov. sp. Dieselbe Form wie auf Ringerike. Allg.
Favosites Hisingeri, Edw. & H. Allg.
Alveolites cf. *Labechei*, Edw. & H. Allg.
Heliolites interstinctus, L. Allg.
Heliolites cf. *parvistella*, F. Röm. Allg.
Zaphrentis sp. Allg.
Cystiphyllum sp. Nicht selten.
Leptaena transversalis, Dalm. Allg.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Athyris cf. *depressa*, Sow. Selten.
Stricklandinia lirata, Sow. Nicht allg.
Pentamerus oblongus, Sow. Mut. *Gotlandicus*, Leb. Nicht allg.
Stielglieder von *Crinoiden*. Allg.
Illaenus Brøggeri, Kiær (nov. sp.). Nicht allg.
Bronteus platyactin, Ang. Fragmente am Wege nach Vaageby.

Dies unvollständige Verzeichnis gibt nur einen allgemeinen Eindruck von der Fauna. Soviel geht aber deutlich hervor, dass die Ähnlichkeit mit der entsprechenden Fauna auf Ringerike gross ist. Wichtig und interessant ist, dass die *Stricklandinia lirata*, Sow. auch hier vorkommt. Die Verbreitung des oberen Korallenkalks oder der Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow., wie sie auch genannt werden kann, fällt in Bærum genau mit derjenigen der vorigen Zone zusammen. In Asker habe ich sie nur im Leangen-Streifen bei der Blekerhøide gesehen. Ausser in den beiden genannten Profilen bei Kampebraaten und am Wege nach Vaageby ist sie am besten bei Krabberud und Løkeberg (NO.-lich von Sandviken), beim Sandvikselv NO.-lich von Tukerud, am

Wege nach Fleskum, bei der Brücke nach Øverland und bei Haug aufgeschlossen. Im Øverland-Streifen habe ich sie am nördlichsten bei der Brücke SO.-lich von Haga gesehen.

Faciesentwicklung, Verbreitung und Auftreten des Oberen Llandovery.

Interessante Veränderungen in der Faciesentwicklung finden in diesem Gebiet statt. Wie der obere Teil des Unteren Llandovery zeigt auch das Obere Llandovery anfangs eine Faciesentwicklung, die grosse Übereinstimmung mit dem Malmøgebiet hat und gehört also dem östlichen Typus an. Einige Eigentümlichkeiten zeigen sich zwar, besonders in den Übergangsschichten zwischen den beiden Etagen; der Unterschied ist aber nicht bedeutend. Der untere *Pentamerus*kalk ist ja in allen Gebieten im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebietes ziemlich in derselben Weise entwickelt. Mit der Zone 7 b β tritt aber eine Veränderung ein; die östliche Entwicklung geht jetzt in eine westliche über, und diese und die folgenden Zonen zeigen deshalb am meisten Ähnlichkeit mit der Entwicklung auf Ringerike. Wahrscheinlich ist diese Ähnlichkeit am grössten in Bærum, indem ich in Asker (Leangaas) keinen roten *Crotalocrinus*schiefer finden konnte. An beiden Stellen hat man dagegen einen oberen Korallenkalk mit *Stricklandinia lirata*, Sow. Oberst in 7 c kehrt die östliche Entwicklung wieder zurück; demselben Typus begegnen wir dann auch im unteren Wenlock.

Die Übersichtskarten geben nähere Auskünfte über die Verbreitung dieser Etage. In Asker tritt sie in drei der obersilurischen Streifen auf; aber nur im Leangen-Streifen geht die Schichtenfolge in 7 c auf. In Bærum findet sie sich in den beiden obersilurischen Streifen, ist aber am besten in dem Streifen Sandviken aufgeschlossen; hier finden sich denn auch eine Reihe ausgezeichnete Profile, die für die stratigraphische Untersuchung von grösster Bedeutung sind.

Dieser Streifen setzt sich in NNO. weit ausserhalb der Übersichtskarte fort; besonders der *Pentamerus*kalk konnte hier bis zum Lysakerelv (Grini Mølle) verfolgt werden. Die Schichten sind aber hier im NNO. stark umgewandelt.

Überall ist der *Pentamerus*kalk besser entblösst als die oberen Zonen, indem seine mächtige Schichtenfolge von dichtliegenden, knolligen Kalkschichten gegen die Erosion sehr widerstandsfähig ist und gewöhnlich als Höhenzüge emporragt. Sein Verlauf kann deshalb fast überall gut verfolgt werden, während die oberen Zonen weit mehr ausgegraben

und überdeckt sind. Der *Pentamerus*kalk hat ökonomische Bedeutung, indem sich sein oberster Teil für die Kalkfabrikation eignet. Sandviken ist seit langer Zeit ein Centrum dieser Industrie gewesen; jetzt ist sie aber sehr unbedeutend.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

Die ca. 150 m. mächtige Schichtenfolge des Wenlocks ist weniger gut aufgeschlossen als die der übrigen Etagen. Die Faciesentwicklung scheint, besonders im unteren Teil, der noch nicht vollständig bekannt ist, mit derjenigen im Malmøgebiet übereinzustimmen, gehört also dem östlichen Typus an. Ich unterscheide die folgenden Zonen:

8 a-b. Der *Monograptus*schiefer . . . . ca. 90 m.
 8 a α. Die Zone mit *Monograptus basilicus*, Lpw.
 (8 a β. Die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, Carr., nicht aufgeschlossen).
 8 b. Die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw.
8 c. Die Zone mit *Chonetes* sp. . . . . ca. 30 m.
8 d. Die Zone mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) oder dem Malmøkalk . . . . 8—10 m.

8 a—b. Der Monograptusschiefer.

Dieser untere mächtigere Teil des Wenlocks ist nur an sehr wenigen Stellen in Bærum zu sehen. In dem obersilurischen Streifen Sandviken ist er auf der SW.-Seite des Sandvikselv vorhanden — also auf dem am stärksten eingesunkenen Teil dieses Streifens. Bei der Kampebraaten Kalkfabrik finden sich auf der W.-Seite der Verwerfung dicht am Wege (gleich nachdem man die Eisenbahnlinie passiert hat) die untersten Schichten des *Monograptus*schiefers aufgeschlossen. Es ist ein blauer schiefriger Kalk, im welchem grössere flachgedrückte *Orthoceren* vorkommen. Sonst habe ich hier keine anderen Fossilien gefunden. Gleich unterhalb liegen knollige Kalkschichten der Zone 7 c γ. Diese Schichten sind im Verhältnis zu denjenigen auf der O.-Seite der Verwerfungsspalte ca. 13 m. nach SO. vorgeschoben.

NW.-lich von hier liegt ein Eisenbahnschnitt, in welchem bedeutend höhere Schichten des *Monograptus*schiefers aufgeschlossen sind. Es ist ein blaugrauer, stark kalkhaltiger Schiefer, der mit graugrüner Farbe verwittert; er gleicht dem Schiefer im unteren Teil der Zone 8 b auf Malmø, ist aber splitteriger. In diesem Schiefer, der hier ausgezeichnet entblösst ist, habe ich folgende Formen gefunden:

Monograptus priodon, Bronn. Sehr selten unterst.
Monograptus crenulatus, Tqu. Allg., besonders im unteren Teil.
Monograptus riccartonensis, Lpw. Nicht selten.
Strophomena rhomboidalis, W. Selten.
Atrypa reticularis, L. Nicht selten.
Leptaena transversalis, Dalm.
Orthoceras sp.(?) Lange, schmale, flachgedrückte Form mit feinen Querstreifen. Allg.

Diese Schichten entsprechen wahrscheinlich den untersten der Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. auf Malmø. Nach meiner Aufmessung sollten sie ca. 45 m. über der unteren Grenze des Wenlock liegen; man kann aber nicht wissen, ob sie nicht durch eine Längsverwerfung von den vorigen geschieden sind.

Eine andere Lokalität für den *Monograptus*schiefer findet sich westlich von dem Slæpendenpass. Am Wege nach Vaageby liegt ein alter Steinbruch im *Pentamerus*kalk; von diesem nach NW. hat man dem Wege entlang ein gutes Profil von 7 b nach 8 a. (Fig. 92). Die letzte Zone ist an dem kleinen Weg nach Aas an ein Paar Stellen aufgeschlossen. Hier findet man einen unregelmässig schiefrigen, kalkhaltigen Schiefer mit bis 7 cm. dicken Platten aus feinem Kalksandstein. Ich habe hier gefunden:

Retiolites Geinitzianus, Barr. Selten.
Monograptus crenulatus, Tqu. Allg.

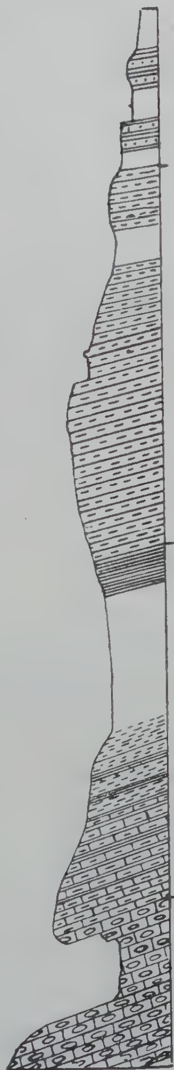


Fig. 92. Profil durch das Obere Llandovery und das unterste Wenlock an dem Wege von Slæpenden nach Vaageby. Im Masstab von 1:1000.

Monograptus basilicus, Lpw. Allg.
Leptaena transversalis, Dalm.
Atrypa reticularis, L.
Flachgedrückte *Orthoceren*. Allg.

Höhere Schichten sind hier nicht zu sehen, indem der Boden in der Niederung zwischen Vaageby und Aas überall aus losen Ablagerungen besteht. Dieser *Graptolithen*zone bei Vaageby entspricht sicherlich die älteste Zone des *Graptolithen*schiefers auf Malmø (8 a α).

Grössere Verbreitung hat der *Monograptus*schiefer im Øverland-Streifen, wo er die SO.- und O.-Böschung des Ludlowrückens bildet. Er ist hier aber überall sehr stark überdeckt; an keiner Stelle finden sich vollständige Profile. Die Böschung ist meistens reich bewaldet; hier und da sieht man im Walde den Schiefer hervorstecken, z. B. südlich von Øverland, überall anscheinend die oberen Schichten, in denen ich keine Fossilien gefunden habe. Auch an den Wegen nach Gjettum und besonders nach Fleskum ist der obere Teil des *Monograptus*schiefers zu sehen. (Fig. 93). Die untersten Schichten sind im Flussbett gleich unterhalb der Øverland-Brücke ganz gut entblösst; leider sind sie ziemlich umgewandelt. Die Schichtenfolge ist hier gefaltet und stark gepresst und scheint auch den obersten Teil der Zone 7 c β—γ zu umfassen. Diese Faltung ist wahrscheinlich durch eine grössere Verwerfung verursacht und ziemlich lokal. Die Zone 8 a besteht aus dicken und dünneren, ebenen Kalkschichten und gehärtetem Schiefer. *Monograptus* cf. *priodon*, Bronn. und *crenulatus*, Tqu. kommen in schlechter Erhaltung sparsam vor zusammen mit verschiedenen flachgepressten *Orthoceren, Cardiola* und flachen *Gastropoden*; es sind dieselben Formen, die auf Malmø vorkommen. Ich habe auch ganz dünne Kalkschichten gefunden, in denen *Orthis* sp. in Menge vorkommen. Auch *Phacops* cf. *Stokesi*, Salt. wurde gefunden.

Wie man sieht, ist die Kenntnis des *Monograptus*schiefers in diesem Gebiet noch unvollständig. Die untersten Schichten sind an mehreren Stellen aufgeschlossen; sie entsprechen gut der untersten Zone auf Malmø und sind ähnlich entwickelt wie diese. Jedoch kommen dicke Platten von Kalk und feinem Kalksandstein zahlreicher vor. Dann ist der unterste Teil der Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. bekannt, und endlich sind die höchsten Schichten an mehreren Stellen im Øverland-Streifen entblösst, leider bis jetzt ohne Fossilien. Die typische Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, Carr. von Malmø ist noch nicht gefunden worden. Da die Entwicklung sonst grosse Ähnlichkeit mit derjenigen

auf Malmø zeigt, kann man wohl annehmen, dass auch diese Zone in Wirklichkeit vorhanden, aber überdeckt ist.

Die gesamte Mächtigkeit der Zonen 8 a—b habe ich bei Fleskum zu ca. 90 m. bestimmt (Fig. 93); im Øverland-Streifen habe ich versucht, sie ganz roh zu schätzen und habe als Resultat 80—100 m. bekommen. Sie dreht sich somit jedenfalls um ca. 90 m.

8 c. Die Zone mit Chonetes sp.

Die beiden oberen Zonen des Wenlocks finden sich nur im Øverland-Streifen. Sie leiten die mächtige Schichtenfolge von Kalksteinen ein, die den Ludlowrücken gebildet hat, und liegen deshalb auf dessen SO.- und O.-Seite, wo sie an mehreren Stellen an den Wegen ganz gut aufgeschlossen sind.

Die Zone 8 c besteht aus ziemlich ebenen Kalkschichten und reichlichem Schiefer; sie geht allmählich aus dem *Monograptus*schiefer hervor und ist wahrscheinlich ca. 30 m. mächtig. Ich habe nur zwei Stellen gefunden, wo die Schichten dieser Zone entblösst sind, nämlich am Wege bei Øverland, wo der alte Weg nach N. abbiegt, und am Wege nach Fleskum. Die Kalkschichten sind oft fossilienreich, der Erhaltungszustand ist aber leider nicht hervorragend. Die Schichten im Øverlandstreifen sind nämlich aus Ursachen, die wir noch nicht kennen, nicht unbedeutend metamorphisiert. Ich kann folgende Formen aufzählen:

Zweigige, feinröhrige *Favositiden*.
Orthis cf. *rustica*, L.
Orthis sp. cf. *elegantula*, Dalm.
Strophomena rhomboidalis, W.
Chonetes sp. Dieselbe kleine Form wie auf Malmø. Oft in Mengen (Fleskum).
Atrypina Angelini, Ldm. Allg., oft in Mengen.
Rhynchonella sphaeroidalis, m'Coy.
Ptilodictya lanceolata, Goldf.
Helopora sp. Oft in Mengen.
Tentaculites sp. Selten.
Pterinea retroflexa, Wahl. In einzelnen Schichten in Mengen (Øverland).
Platyschisma(?) sp. In einzelnen Schichten in Mengen.
Beyrichia sp. Allg.

In einem schiefrigeren Kalk war *Atrypa reticularis*, L. allgemein bei Øverland.

Diese Fauna zeigt gewisse Eigentümlichkeiten, die anderswo nicht gefunden sind, nämlich das Massenauftreten in gewissen Schichten von *Pterinea* und *Platyschisma* sp. Die kleine *Chonetes*-Form ist in allen Gebieten eine der charakteristischsten Formen. Interessant ist das Auftreten von *Atrypina Angelini*, Ldm., die in Mengen vorkommt. Auf Ringerike tritt sie erst später auf — in der untersten Zone des Ludlow; auf den Inseln bei Holmestrand habe ich sie dagegen gerade in 8 c gefunden. Die faunistische Entwicklung dieser Zone unterscheidet sich somit in Bærum nicht unerheblich von der typischen sowohl auf Ringerike als auf Malmø.

8 d. Die Zone mit Leperditia baltica, His. (Forma typica) oder dem »Malmøkalk«.

Über die vorige Zone folgt ein dunkel graublauer Kalk in dicken, dichtliegenden Schichten; die Mächtigkeit kann ich nicht genau bestimmen, ist aber wahrscheinlich 8—10 m. Am besten ist diese Schichtenfolge, die grosse Ähnlichkeit mit dem „Malmøkalk" auf Malmø und bei Holmestrand hat, aber fossilienreicher ist, bei dem neuen Weg gleich oberhalb Øverland aufgeschlossen; sie wird hier mehrmals wiederholt. Auch an den Wegen nach Fleskum und Gjettum kann sie gesehen werden.

Ich habe folgende Fossilien gefunden:

Stromatopora sp. Nicht selten.
Favosites sp., feinröhrige, zweigige Form. Allg.
Syringopora bifurcata, Lonsd. Nicht selten.
Heliolites sp.
Lindströmia sp.
Atrypa reticularis, L. Allg. in grossen Exemplaren.
Rhynchonella sphaeroidalis, m'Coy.
Spirifer plicatellus, L. Nicht selten.
Spirifer crispus, His. Selten.
Lamellibranchiaten, schlecht erhalten.
Bellerophon sp.
Orthoceras sp.
Encrinurus punctatus, Brünn.
Proetus sp.

Calymene sp.
Leperditia baltica, His. (*Forma typica*). Allg.
Leperditia sp.

Am meisten Ähnlichkeit hat diese Fauna mit derjenigen in 8 d auf den Inseln bei Holmestrand; die wichtige Form *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) ist dagegen in Bærum zahlreicher; in dieser Beziehung nähert sie sich der Fauna auf Ringerike. Auch mit der Entwicklung auf Malmø hat diese Zone viel Gemeinsames sowohl petrographisch als faunistisch. Eigentümlich ist das Vorkommen von *Spirifer plicatellus*, L., der sonst nur in 8 c auftritt.

Faciesentwicklung, Verbreitung und Auftreten des Wenlock.

Wie aus den Beschreibungen der einzelnen Zonen hervorgeht, ist die Faciesentwicklung im Wenlock durchgehends von dem östlichen Typus; am stärksten ausgeprägt ist dies Verhältnis im unteren Teil (8 a—b), wo dieselben *Graptolithen*zonen wie auf Malmø auftreten, weniger ausgeprägt dagegen im oberen Teil; hier sind gewisse faunistische Eigentümlichkeiten vorhanden, die anderswo nicht zu treffen sind.

Wenlock findet sich nur in Bærum, wo es in beiden obersilurischen Streifen vorhanden ist; die obersten Zonen sind nur in dem Øverland-Streifen entblösst. Die Profile durch das Wenlock sind nicht vollständig; dies beruht teilweise darauf, dass der untere Teil mit dem *Monograptus*-Schiefer sehr selten, und nur teilweise entblösst ist, weil seine losen Schiefer der Erosion zu wenig Widerstand geboten haben. Die härteren Schichten der Zone 8 c und noch mehr des Malmøkalks sind in der Beziehung viel günstiger; sie bilden mit dem Ludlowkalk zusammen den Ludlowrücken im Øverland-Streifen und sind auf der SO.-Seite dieses Rückens an einer Reihe von Stellen ganz gut aufgeschlossen.

IV. Ludlow (Etage 9).

Das Ludlow findet sich nur im Øverland-Streifen in Bærum, wo ihre mächtigen Kalkzonen die Bildung der Höhenrücken über Gjettum, Fleskum und Øverland verursacht haben (Fig 86). Die Schichtenfolge ist besonders zwischen Øverland und Sten vollständig erhalten, auch mit den Übergangsschichten zu dem devonischen Sandstein, ist aber nicht in allen Teilen aufgeschlossen. Da nun die Schichten nicht

ganz unbedeutend umgewandelt und die Fossilien deshalb nicht gut erhalten sind, wird die Detailuntersuchung hier schwierig und ist noch nicht endgültig abgeschlossen. Die Hauptzüge der Schichtenfolge habe ich jedoch festgesstellt. Die Faciesentwicklung steht teils dem östlichen Typus auf den Inseln bei Holmestrand, teils dem westlichen nahe. Auch hier habe ich die folgenden Zonen unterscheiden können:

9 a.	Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk oder die untere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. . .	ca. 10 m.
9 b-c.	Die Zonen mit *Leperditia phaseolus*, His.	50—60 m.
9 d.	Die Zone des grobknolligen Kalks mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. . : . . .	ca. 100 m.
9 e.	Die Zone mit dem *Chonetes*-Kalk oder die obere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm.	
9 f.	Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk	
9 g.	Die Zone des jüngsten Ludlowschiefers mit dünnen *Monticuliporen*-Schichten	ca. 30 m.

Die Mächtigkeit der ganzen Etage sollte somit hier ca. 200 m. sein.

9 a. Die Zone mit dem feinknolligen Kalk mit Rhynchonella nucula, Sow. oder die untere Zone mit Chonetes striatella, Dalm.

Der „Malmøkalk“ wird von einer charakteristischen Schichtenfolge von dünnen, knolligen und ebeneren, fossilienreichen Kalkschichten überlagert. Der Schiefer ist gewöhnlich ziemlich reichlich vorhanden; zonenweise tritt er aber fast ganz zurück, so dass kompakte Kalkbänke entstehen. Als Beispiel der Entwicklung will ich das Profil durch diese Zone an dem neuen Weg oberhalb Øverland anführen; über den dicken, dunklen Kalkschichten des Malmøkalks liegen hier:

1. Dünne, knollige und ebenere Kalkschichten und ziemlich reichlicher Schiefer, durchgehends ungefähr in ebenso dicken Schichten wie der Kalk, 4.5—5 m. 1.5 m. von oben liegt in dieser Abteilung eine 12 cm. dicke Kalkschicht.
2. Dicke, dichtliegende Kalkschichten; der Kalk ist gewöhnlich kristallinisch und oft reich an Beyrichien, 0.75 m.
3. Dünne Kalkschichten und ziemlich reichlicher Schiefer wie No. 1, 0.65 m.
4. Dickere und dünnere, dichtliegende Kalkschichten, teilweise mit kleinen stromatoporoiden Knollen. Hier Mengen von *Rhynchonella nucula*, Sow., 1.5 m.

5. Dünne Kalkschichten und ziemlich reichlicher Schiefer wie No. 1, 2 m.
6. Dichtliegende Kalkschichten, voll von *Spirifer* cf. *crispus*, His., 0.1—0.2 m. Hierüber folgen dicke Kalkschichten.

Mit der Spiriferen-Bank ist man sicher in die Zone 9 b gekommen; denn auf Ringerike bildet gerade in dieser Zone *Spirifer crispus*, His. ähnliche Schichten. Ich rechne in dieser Arbeit die Grenze zwischen 9 a und b gleich unterhalb dieser Spiriferen-Bank, wodurch die Mächtigkeit der Zone 9 a ungefähr 10 m. wird. Möglicherweise sollte man eigentlich die Grenze noch tiefer setzen, denn in No. 4 treten schon die stromatoporoiden Knollen und eine kleine *Atrypa*-Form auf, die ich sonst erst in 9 b gefunden habe. Die für diese Zone in allen Gebieten, wo sie vorkommt, so charakteristischen, ebenen, splitterigen Kalkschichten zeigen sich hier aber nicht unterhalb der Bank mit *Spirifer crispus*, His., weshalb wohl die vorgeschlagene Grenze hier doch am natürlichsten erscheint.

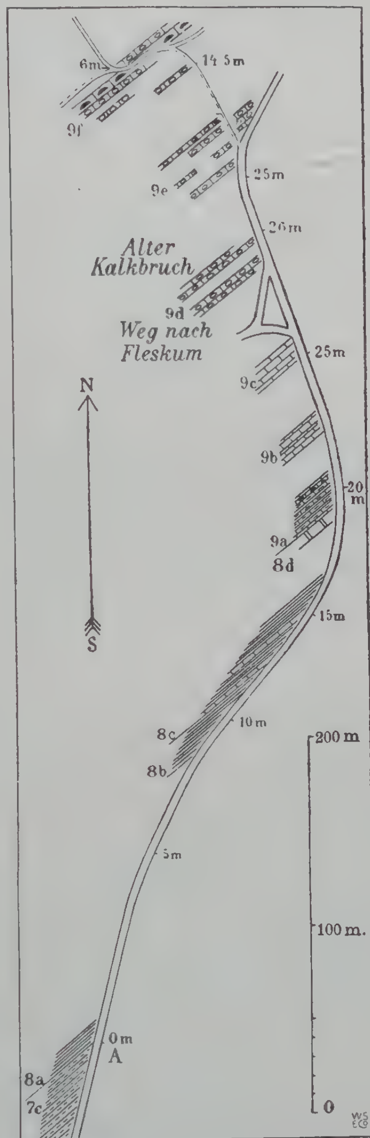


Fig. 93. Kartenskizze von dem Wenlock und Ludlow am Wege bei Fleskum, 1 : 4000. Aufgemesen und nivelliert vom Verfasser.

Ich habe in dieser Zone folgende Fossilien gefunden:

Strophomena rhomboidalis, W.
Strophomena semiglobosa, Dav.
Strophomena sp. In einer der untersten Schichten bei Fleskum in Menge.
Chonetes striatella, Dalm. Nicht selten.
Rhynchonella borealis, Schl. var. Nicht selten.

Rhynchonella nucula, Sow. Allg., teilweise in Mengen, sowohl in den schieferreichen Niveaus als in den Schichten No. 4 bei Øverland.
Atrypa sp. Allg. in den Schichten No. 4 bei Øverland.
Tentaculites ornatus, Sow. Nicht allg.
Pterinea retroflexa, Wahl. In einzelnen Schichten bei Øverland fast formationsbildend.
Beyrichia sp. Allg., teilweise in Mengen.
Leperditia phaseolus, His. Selten.
Calymene sp.
Proetus sp.

Besonders charakteristisch erscheinen Schichten gefüllt mit *Rhynchonella nucula,* Sow. und das Auftreten von der echten *Chonetes striatella,* Dalm. Hervorzuheben sind auch im unteren Teil Schichten sehr reich an *Pterinea retroflexa,* Wahl. Die Faciesentwicklung stimmt mit derjenigen von Kommersø bei Holmestrand gut überein. Da waren aber die Schichten so stark umgewandelt, dass die Fauna nicht näher studiert werden konnte. Es hat deshalb grosses Interesse, dass man die faunistischen Verhältnisse dieser östlichen Entwicklung von der Zone 9 a hier in Bærum konstatieren kann. Sie unterscheiden sich nicht unbedeutend von der westlichen auf Ringerike. Dort kommt ja auch die *Rhynchonella nucula,* Sow. in Mengen vor, aber fast ebenso zahlreich die schöne Form *Atrypina Angelini,* Ldm. In Bærum erscheint diese letztere schon in der Zone 8 c und fehlt in 9 a vollständig. Sonst ist die Fauna in beiden Gebieten nahestehend.

Ich habe diese Zone sowohl bei Øverland als bei Fleskum und Gjettum gefunden. Am besten ist sie in dem beschriebenen Profil bei Øverland aufgeschlossen.

9 b—c. Die Zonen mit Leperditia phaseolus, His.

Über 9 a folgen Schichten von wenigstens 50 m. Mächtigkeit, die den Zonen 9 b—c entsprechen. Die Schichtenfolge ist nicht vollständig aufgeschlossen, am besten bei Øverland, wo ich sie besonders an dem neuen Weg oberhalb Øverland studiert habe. Man kann hier deutlich zwei Abteilungen unterscheiden. Die untere beginnt mit der Spiriferen-Bank, die ich schon unter 9 a erwähnt habe, sie ist nur 0.1—0.2 m. mächtig und besteht aus dicht gepackten, unregelmässigen, schiefergemischten Kalkschichten, voll von meistens fragmentären Schalen des

kleinen *Spirifer crispus*, His. Ganz ähnliche Formationen charakterisieren diese Zone auf Ringerike. Sie wird überlagert von dicken, ebneren Schichten aus dunklem Kalk. Höher hinauf trifft man dünnere und dickere ebene Kalkschichten mit einzelnen knolligen Kalkzonen. Die ebenen Kalkschichten sind gewöhnlich sehr fossilienarm; in einzelnen fand ich jedoch zahlreiche kleine *Beyrichien* mit *Leperditia phaseolus*, His. zusammen. Eine knollige Kalkschicht ca. 10 m. hinauf enthielt zahlreiche Exemplare von *Rhynchonella sphaeroidalis*, M'Coy. zusammen mit zweigigen *Monticuliporen* und Fragmenten von *Cornulites* und *Calymene*. Bei Fleskum fand ich in dieser Zone Kalkschichten mit ausserordentlich reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. In unzähligen Mengen fanden sich hier ganz wie auf Ringerike die Schalen dieser kleinen, zierlichen Form, fast wie kleine schwarze Bohnen, in dem Kalk eingebettet. An verschiedenen Stellen habe ich in dieser Zone 9 b Kalkbänke voll von denselben eigentümlichen, stromatoporoiden Knollen gefunden, die ich besonders bei Holmestrand reich entwickelt gefunden habe.

Der obere Teil der Schichtenfolge, den ich als 9 c betrachte, besteht aus meistens dickeren, ebenen Kalkschichten, die häufig in feinschieferigen Kalk übergehen. Die Fauna scheint hier sehr arm zu sein. Ich habe nur *Orthonota*-ähnliche Lamellibranchiaten gesehen (*O.* cf. *solenoides*, Sow.).

In diesen beiden Zonen bekommen die Kalkschichten bei der Verwitterung eine weissgraue Haut, eine Eigentümlichkeit, die man auch in anderen Gebieten wiederfindet. Die Mächtigkeit von 9 b—c habe ich bei Øverland zu ca. 50 m. angeschlagen; bei Fleskum, wo einzelne Schichten am Wege zu sehen sind, scheint sie ca. 60 m. zu sein.

Die Faciesentwicklung stimmt, wie man sieht, in beiden Zonen am besten mit derjenigen auf Ringerike überein; in beiden Gebieten finden sich in 9 b ähnliche, reiche Formationen von *Spirifer crispus*, His. und *Leperditia phaseolus*, His., in 9 c eine ähnliche, fossilienarme Facies, die jedoch auf Ringerike viel mächtiger ist und viel dickere und kompaktere Kalkzonen enhält. Mit der östlichen Entwicklung auf den Inseln bei Holmestrand ist viel geringere Ähnlichkeit vorhanden. Am grössten erscheint diese in 9 b, die sowohl in der östlichen als westlichen Entwicklung viel Übereinstimmung zeigt; in Bærum kommen ja auch dieselben stromatoporoiden Formationen vor, die in dem Gebiet bei Holmestrand so stark hervortreten, die sich aber auf Ringerike erst in 9 c zeigen. Die Mächtigkeit der Zone ist aber in Bærum viel grösser und die Schichtenfolge sonst mehr in Übereinstimmung mit derjenigen

auf Ringerike. In 9 c tritt der Unterschied zwischen Bærum und der östlichen Entwicklung noch viel stärker hervor. Hier finden sich nämlich keine Spuren der feinknolligen Kalkschichten, die in der östlichen Entwicklung eine so reiche Fauna von Korallen und Brachiopoden enthalten. In Bærum ist somit die Faciesentwicklung wieder eine westliche geworden, obwohl auch von dieser Unterschiede vorhanden sind.

Die Schichtenfolge der Zonen 9 b—c, die in mehr überdecktem Terrain nicht leicht zu unterscheiden sind, kann man mit Leichtigkeit durch den ganzen Ludlow-Rücken verfolgen. Ich habe schon Aufschlüsse erwähnt bei Øverland, Fleskum (Fig. 93) und in dem alten Steinbruch NO.-lich von Levre; auch bei Gjettum (dicht bei dem Hof) und beim Sandvikselv (unterhalb Grini) sind sie zu sehen.

9 d—f. Die mittleren und oberen, knolligen Kalkzonen des Ludlow.

Über die ebenen Kalkschichten der Zone 9 c folgt nun eine sehr mächtige Schichtenfolge mit 3 hervortretenden Abteilungen aus dichtliegenden, knolligen Kalken, die ganz deutlich die Zonen 9 d—f auf Ringerike repräsentieren. Diese Kalkzonen treten meistens als kleine Kalkrücken hervor und sind von überdecktem Land getrennt. Ich kenne kein Profil, wo die Schichtenfolge vollständig aufgeschlossen ist; man muss aber annehmen, dass sich zwischen den hervortretenden Kalkzonen schieferreiche Abteilungen befinden. Dies wäre auch ganz in Übereinstimmung mit der bekannten Schichtenfolge auf Ringerike.

Die untere Kalkzone — 9 d — ist sowohl oberhalb Øverland als bei Fleskum (Fig. 93) deutlich zu sehen. An der letzten Stelle ist ein alter Kalkbruch in ihren Schichten angelegt. Sie besteht aus dichtliegenden, knolligen Kalkschichten; oft sind diese ziemlich dick und unregelmässig knollig.

Von Fossilien kann ich nur wenige anführen, hauptsächlich weil sowohl diese als die höheren Schichten besonders bei Øverland ziemlich stark umgewandelt und hart sind. Man sieht häufig *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Leperditia baltica* His. Auch grosse *Ptilodictya*-Formen und *Pterinea Sowerbyi*, m'Coy. habe ich hier gesehen. Korallen treten nicht in grösseren Mengen auf. Die Mächtigkeit dieser Kalkzone ist schwierig zu bestimmen — möglicherweise 25—30 m.

In den nächsten Kalkrücken findet man Schichten voll von *Chonetes striatella*, Dalm., die also mit Sicherheit als die obere Zone

mit *Chonetes striatella*, DALM. betrachtet werden kann. Sie wird teils von ebneren, oft sehr *Chonetes*-reichen, teils von grobknolligen Schichten gebildet. Hier habe ich sonst *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, DALM. (grosse Var. *subjugata*, M'COY.) und *Pterinea retroflexa*, WAHL. gefunden.

Die *Chonetes*-Schichten befinden sich an dem neuen Wege zwischen Øverland und Sten ca. 80 m. S. von Løkka, an dem alten Wege bei der Wegteilung zwischen Svingen und Lønli. Auch bei Fleskum sind sie schlecht entblösst NW.-lich von dem Kalkbruch zu sehen. Über die Mächtigkeit kann ich nichts Genaues sagen, vielleicht ca. 30 m. Sie sind von den Kalkknollen-Schichten der Zone 9 d wahrscheinlich durch eine schieferreiche Abteilung geschieden, die ich nicht sicher entblösst gefunden habe.

Die obersten Kalkrücken des Ludlow bilden eine noch mächtigere Kalkzone, die nach oben von der leicht kenntlichen *Favosites*-Bank abgeschlossen wird. Ganz wie auf Ringerike wird diese von unzähligen Stöcken einer feinröhrigen *Favosites*-Form gebildet, ist aber bedeutend mächtiger, indem sie jedenfalls stellenweise 3—4 m. mächtig wird; über der *Favosites*-Bank, die besonders prachtvoll NW.-lich von Fleskum zu sehen ist (Fig. 93), liegen noch einige Kalkschichten. Sonst besteht diese Kalkzone aus dichten, knolligen Kalken, oft ziemlich fossilienreich. Ich nenne folgende Formen:

Zweigige *Monticuliporen (Amplexipora* sp.). Sehr allg.
Cornulites serpularius, SCHL.
Chonetes striatella, DALM. (?)
Rhynchonella nucula, Sow.
Rhynchonella cuneata, DALM.
Spirifer elevatus, DALM.
Athyris sp.
Atrypa reticularis, L.
Proetus sp.
Leperditia baltica, HIS.
Actinoceras sp.

Leider sind die Schichten oberhalb Øverland, wo diese Zone am besten aufgeschlossen ist, ziemlich stark umgewandelt, so dass es schwierig fällt, die Fauna im Detail zu studieren. Das Fossilienverzeichnis ist deshalb sowohl für diese als die zwei unteren Kalkzonen ganz unvollständig. Scheinbar ist die Fauna in diesen Zonen sehr nahestehend, ganz wie ich sie auch auf Ringerike gefunden habe.

Die Zone 9 f bildet den NW.-lichsten Teil des Ludlowrückens und kann ziemlich leicht durch die *Favosites*-Bank identificiert werden. Sie steht am Wege ca. 250 oberhalb Løkka an und findet sich bei Garløs wieder (zwischen Øverland und Sten). NW.-lich von Fleskum ist der obere Teil sehr gut entblösst.

Die Mächtigkeit dieser jüngsten Kalkzone ist grösser als die früheren und wahrscheinlich von einer schieferreichen Abteilung unterlagert; denn zwischen dieser Zone mit dem *Favosites*-Kalk und der *Chonetes*-Zone 9 e findet sich immer mehr überdecktes Land, jedoch mit einzelnen kleinen, entblössten Kalkknollenbänken. Wie man sieht, sind die Mächtigkeitsbestimmungen dieser einzelnen Zonen ganz unsicher; dies ist auch darin begründet, dass die genaue Abgrenzung hier unmöglich ist, weil die dazwischenliegenden, schieferreichen Abteilungen fast unentblösst sind. Mit grösserer Sicherheit kann ich die Gesamtmächtigkeit dieser 3 Zonen anschlagen; nach Messungen sowohl oberhalb Øverland als bei Fleskum kann sie zu ca. 100 m. gesetzt werden.

Obwohl ich die Schichtenfolge der Zonen 9 d—f noch nicht ganz übersehen kann, ist es wohl sicher, dass die Faciesentwicklung der westlichen auf Ringerike am nächsten steht. Jedoch sind die dichtknolligen Kalke viel mächtiger in Bærum. Hierin, in dem viel sparsameren Auftreten von Monticuliporenbänken, dem Fehlen der roten Schieferzonen und überhaupt der geringeren Mächtigkeit der schieferreichen Abteilungen sind Unterschiede vorhanden, die schon jetzt klar hervortreten und nicht ganz unbedeutend sind.

9 g. Die Zone des jüngsten Ludlowschiefers mit dünnen Monticuliporen-Schichten.

Über der mächtigen Kalkabteilung der Zone 9 f mit ihren interessanten *Favosites*-bänken hört die reine Kalkfacies auf; jetzt folgt die oberste Ludlowzone, die sowohl in sedimentärer als faunistischer Hinsicht einen Übergang zu dem devonischen roten Sandstein bildet. Die Sedimente werden nämlich immer sandiger und die Fauna ärmer und ärmer, bis die letzten Spuren verschwinden.

Die Zone 9 g besteht unten aus graugrünen, gewöhnlich glimmerhaltigen, sandigen Schiefern mit dünneren und dickeren Schichten aus graugrünem Kalksandstein. Hier habe ich bis jetzt keine Fossilien gefunden. Die Mächtigkeit kann vielleicht zu 10 m. gesetzt werden.

Dann werden die Schichten rötlich; in diesen unteren roten, glimmerhaltigen Sandsteinschiefern, die noch mit grünlichen wechseln, finden

sich einzelne dünne, kalkreichere Schichten, die voll von zweigigen Monticuliporen (*Amplexopora* sp.?) sind. Auch die *Monticuliporen* sind gewöhnlich in rötlichen Kalk umgewandelt; sie können auch ganz weiss sein.

Bald verschwinden diese dünnen *Monticuliporen*-Formationen; aber noch höher in den roten, glimmerhaltigen Sandsteinschiefern, die mit roten Kalksandsteinplatten abwechseln, finden sich ein Stück weiter hinauf sparsame dünne Zweige derselben Bryozo, die letzte Form, die sich hier zeigt. Dann wird alles fossilienleer.

Wie auf Ringerike setze ich die Grenze zwischen Obersilur und Devon da, wo diese letzten Spuren von *Monticuliporen* verschwinden. Durch diese Abgrenzung, die nach oben ziemlich unbestimmt ist, wird die Zone 9 g ca. 30 m. Ungefähr die oberen 20 m. (?) werden von rötlichen Sedimenten gebildet.

Die Faciesentwicklung in dieser obersten Zone unterscheidet sich durch das Fehlen von wirklichen, reinen Kalkschichten von derjenigen auf Ringerike, wo die Fauna auch viel reicher ist. Ähnlich sind aber die oberen Schichten mit den *Monticuliporen*-Formationen und dem Übergang in das Devon.

Diese interessante und wichtige Übergangszone ist nur SO-lich von Sten (zwischen Sten und Garløs) aufgeschlossen; besonders an dem alten Wege ist das Profil gut.

Faciesentwicklung und Auftreten des Ludlow.

Wirft man jetzt einen Rückblick auf die Faciesentwicklung durch die ganze Ludlow-Etage, so sieht man, dass sie, wie oberst im Wenlock, erst eine ziemlich rein östliche ist. Dies dauert aber nur in der Zeit der Zone 9 a. Dann tritt eine plötzliche Veränderung ein, indem die Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. nahe der westlichen Faciesentwicklung steht. Dies ist auch am nächsten mit den folgenden Zonen der Fall, obwohl sich in diesen mehrere Eigentümlichkeiten zeigen. Die Zonen 9 d—f sind kalkreicher und weniger mächtig, die Zone 9 dagegen kalkärmer als auf Ringerike.

Wie mehrmals hervorgehoben, bilden die Ludlowzonen 9 a—f mit dem oberen Teil des Wenlock den Ludlow-Rücken, der von Øverland im NNO den Kolsaas bogenförmig umgibt; er erstreckt sich nach SW., über die schön gelegenen Höfe Fleskum und Gjettum und endigt im NO. von Levre. Dann zeigen sich die Ludlowschichten wieder auf beiden Seiten des Sandvikselv bei Grini. Sowohl SW.-lich von Grini unterhalb

des Tanumaas als oberhalb Øverland unterhalb des Stensaas werden sie von grossen Verwerfungen abgeschnitten (Fig. 84). Auf dem Ludlow-Rücken sind die Schichten leider meistens stark überdeckt. Nur die mächtigeren Kalkabteilungen treten als Kalkrücken hervor, während von den da zwischenliegenden schieferreichen Abteilungen durchgehends wenig zu sehen ist.

Das Obersilur in Asker und Bærum hat also nach meinen Untersuchungen folgende Mächtigkeit:

Unteres Llandovery (Etage 6)	ca. 170 m.
Oberes Llandovery (Etage 7)	ca. 150 m.
Wenlock (Etage 8).	ca. 150 m.
Ludlow (Etage 9)	ca. 200 m.

Die Gesamtmächtigkeit des Obersilurs wird somit hier in diesem Gebiet ca. 670 m.

VI.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET
AUF
HADELAND.

Das grosse Silurgebiet auf Hadeland breitet sich östlich von dem südlichen Teil des Randsfjords aus und bildet hier eine fruchtbare und reich angebaute Gegend. Es stellt eigentlich die nördliche Fortsetzung des Silurgebiets auf Ringerike dar. Das Obersilur hat grosse Verbreitung in dem SW-lichen Teil und zeigt in Übereinstimmung mit der geographischen Lage bedeutende Ähnlichkeit mit der Faciesentwicklung auf Ringerike. Jedoch finden sich so viele und interessante Eigentümlichkeiten, dass die Absonderung als ein eigenes Gebiet notwendig erscheint.

Die Detailuntersuchung des Obersilurs Hadeland ist noch nicht beendet. Ich habe hier nur eine rasche Untersuchung vorgenommen, um die Hauptzüge der Entwicklung bestimmen zu können. Die stratigraphische Schilderung wird demgemäss ganz kurzgefasst gemacht werden.

Literaturverzeichnis.

1862. Th. Kjerulf. — Beskrivelse over jordbunden i Hadeland. (Polyteknisk tidsskrift).
Populäre geologische Beschreibung der Gegend mit mehreren Profilen und einer geol. Karte; letztere hat das grösste wissenschaftliche Interesse.

1879. Th. Kjerulf. — Udsigt over det sydlige Norges Geologi. Christiania.
Kurze Bemerkungen auf Pag. 48—50.

Geologische Karten:

1862. Th. Kjerulf. — Kart over jordbunden i Hadeland in seiner „Beskrivelse etc.“ 1 : 100,000.
Die einzige geologische Karte der ganzen Gegend.

1876. Th. Kjerulf. — Geologisk Rektangelkart, 19 B. Hønefos.
Umfasst den südlichen Teil des Gebiets.

Historische Übersicht.

Die einzige Arbeit, die sich speziell mit dem Silurgebiet auf Hadeland beschäftigt, ist die ganz populäre und kurzgefasste Erdbodenbeschreibung von TH. KJERULF, im Jahre 1862 erschienen. KJERULF gibt erst eine kurze, aber treffende orographische Charakteristik der Gegend und bespricht dann die kambrischen und silurischen Ablagerungen. Die Beschreibung der Schichtenfolge ist ganz oberflächlich und bietet nicht viel von Interesse. Wichtiger ist ein Profil durch die ganze Gegend (Pag. 5) und vor allem die Karte, bis jetzt die einzige in grösserem Massstabe über die ganze Silurgegend. Sie leidet leider an so vielen Fehlern, dass sie in Betreff der Verbreitung der verschiedenen Etagen fast unbrauchbar ist. Da das Land sehr überdeckt ist, verlangt nämlich die Kartierung hier eine sehr umständliche und genaue Arbeit und eine eingehendere Kenntnis der Schichtenfolge, als KJERULF gehabt hat.

KJERULF gibt für das Obersilur die folgende Schichtenfolge an:

Etage 5. Gemischte Tonschiefer und Kalkstein, sandige Schiefer und Kalksandsteine, auch mit einzelnen reineren Kalksteinen.

Etage 6. Mächtige und reine Kalksteine, unten ganz voll mit *Pentamerus*-Schalen, ca. 30 Fuss mächtig.

Etage 7. Roter und grüner Tonschiefer, teils kalkhaltig, teils sandig; auch fast echte Sandsteine kommen vor.

Fossilien werden nicht aufgezählt; siesi nd auch in diesem Gebiet viel sparsamer vorhanden als weiter in S. z. B. auf Ringerike. Die Schichtenfolge ist in der Hauptsache richtig. Die jüngsten Schichten auf Hadeland, die zum Wenlock gehören, sind aber von KJERULF nicht richtig aufgefasst worden. Er mischt sie teilweise mit den Schichten seiner Etage 5 zusammen.

Der südliche Teil der Gegend wurde auf der geologischen Rektangelkarte Hønefos im Jahre 1876 wieder dargestellt. Diese Karte ist bedeutend besser als die ältere, aber doch nicht ohne grössere Fehler. Auch hier ist z. B. an mehreren Stellen Wenlock mit KJERULFS Etage 5 verwechselt.

In seiner grossen Arbeit über die Geologie des südlichen Norwegens von 1879 bespricht KJERULF nur mit einigen Worten die Verhältnisse auf Hadeland, speziell in Betreff der Faltung (Pag. 66). Im Zusammenhang hiermit gibt er dann ein Profil durch das ganze Silurgebiet, das bedeutend besser als das ältere von 1862 ist und ganz gut die allgemeinen geologischen Züge der Gegend wiedergibt.

In neuerer Zeit ist der nördliche und grössere Teil des Silurgebiets auf Hadeland von Herrn Bergmeister Th. Münster neu kartiert worden. Diese Karte (19 B. Gran) liegt fertig vor, ist aber noch nicht publiciert. Ich habe sowohl seine Karte als seine Tagebücher benützen können: auch die eingesammelten Fossilien hat er gütigst zu meiner Disposition gestellt. Für diese Liebenswürdigkeit spreche ich ihm hier meinen besten Dank aus. Was das Obersilur betrifft, hat Münster wesentlich die Ausbreitung der verschiedenen Etagen verfolgt, ohne die Schichtenfolge genauer stratigraphisch zu studieren. Seine Karte und Tagebücher sind mir jedoch von grossem Nutzen gewesen.

Kurze Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Allgemeiner Überblick.

Das Silur auf Ringerike setzt sich nach N. über Haug nach Randsfjord fort und breitet sich hier zu einem breiten und fruchtbaren Silurland aus, das gewöhnlich als Hadeland bezeichnet wird.

Wie Ringerike liegt auch dies Silurgebiet direkt an der Westgrenze des Kristianiagebiets, und ihre westliche Begrenzung fällt deshalb mit der grossen Verwerfungslinie zusammen, die erst Randsfjord nach Røikenvik folgt und dann in NNO.-licher Richtung gleich westlich von Brandbukampen fortsetzt. Diese Linie ist scharf ausgeprägt: westlich findet man überall das Urgebirge, östlich das gefaltete Silurland mit fast O—W.-lichen Achsenlinien tief eingesunken. Im S. und O. wird das Silur von dem grossen, hochliegenden Granit- und Syenitfeld begrenzt, das zwischen Hadeland und dem Kristianiatal liegt, und das die Silurschichten in ziemlich breiter Zone metamorphosiert hat. Im NNO. endlich grenzt das Silur wieder ans Urgebirge; diese Grenze ist aber hier nicht wie im W. durch eine Verwerfungslinie entstanden. Hier findet man nämlich auf der langsam gegen NNO. steigenden Fläche des Urgebirges die ältesten kambrischen Schichten mit dem Basalkonglomerat in ursprünglicher Lage erhalten. Das Urgebirge steht also hier auf dieser Strecke in natürlichem Zusammenhang mit dem Silurland.

Das ganze Silurgebiet hat von Sinner Sæter bei Elgekollen im S. bis Bleiken im N. eine Länge von ca. 25 Km. und im S. eine Breite von 17—18 Km. Nach N. wird es dann schmäler und hat in dieser Weise eine nach N. zugespitzte Form.

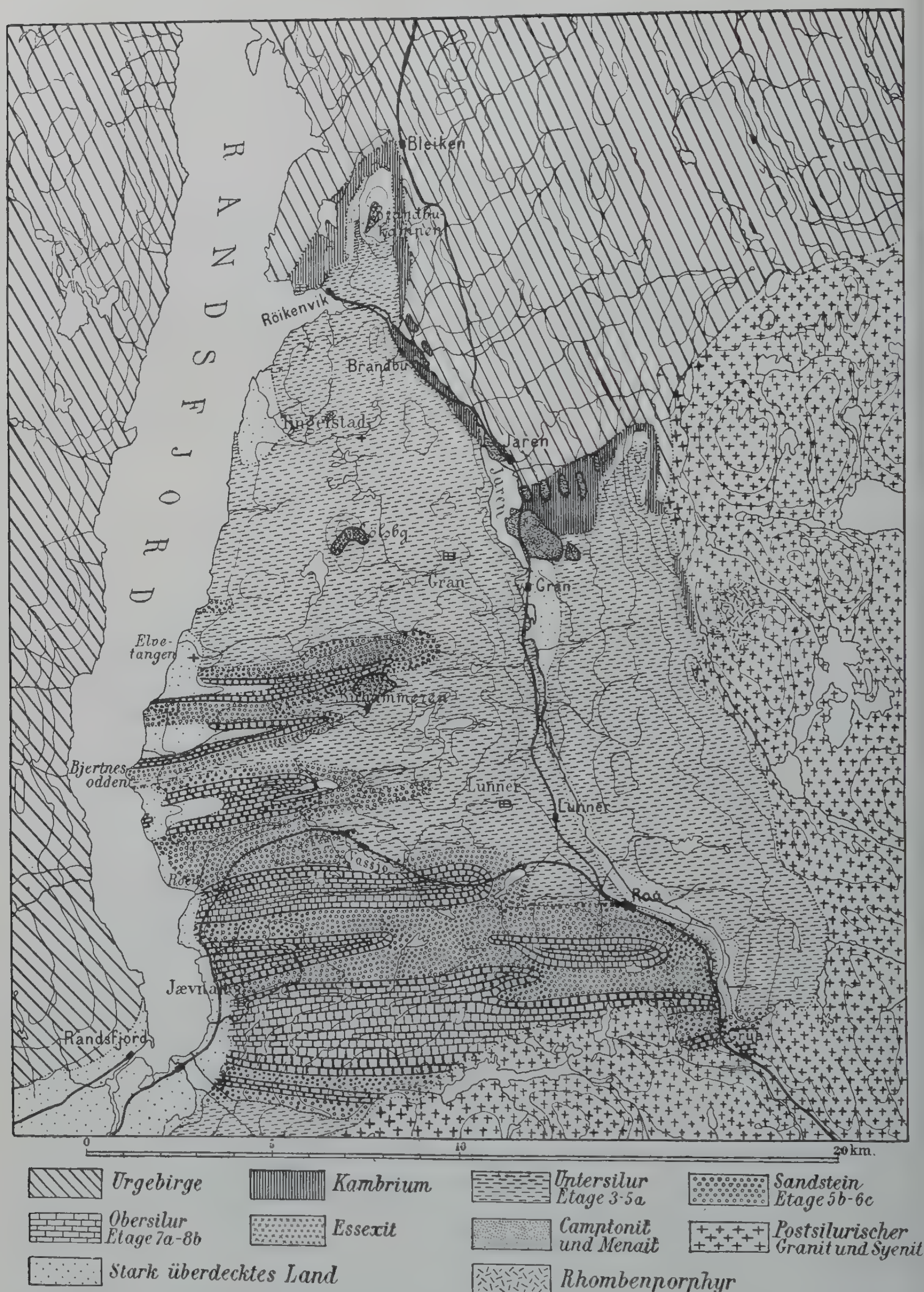


Fig. 94. Übersichtskarte des Silurgebiets auf Hadeland, im Masstabe von 1 : 200 000. Im südlichsten Teil (bis nach Roen) ist sie nach der geologischen Rektangelkarte Hønefos von Kjerulf, nördlich von hier nach einer Manuskriptkarte von Th. Münster und W. C. Brøgger ausgearbeitet. Nur im S. sind kleine Veränderungen vorgenommen. Der Abstand zwischen den Höhenkurven beträgt 90 m.

Entlang der Syenitgrenze im S. und N. bildet das metamorphosierte Silur eine hohe Randzone; in dieser steigen die silurischen Bergrücken zu bedeutender Höhe hinauf (550–760 m.) und überragen sogar an vielen Stellen das da hinterliegende Syenitfeld. Sonst bildet das Silur orographisch in der Hauptsache ein Plateau, das eine mittlere Höhe von ca. 300 m. erreicht und in seinem östlichen und nördlichen Teil von dem tiefen Viggadal durchschnitten wird. Östlich von diesem ist das Silurplateau nur stellenweise als eine schmale Stufe erhalten. KJERULF nennt diesen Teil die östliche Schiefebene; in Gran und Lunner ist aber der Charakter als Plateau deutlich entwickelt. Im NNW. geht es in die Schiefebene des Grundgebirges zwischen Hvalebykampen und Brandbukampen allmählich über. Der Hauptteil des Plateaus liegt aber W.-lich und SW.-lich von dem Viggadal. Nördlich in Tingelstad ist das Silurplateau niedriger; nur kleine Partien heben sich hier über die Kurve von 300 m. hinauf. Südlich von einer Linie zwischen den Kirchen bei Gran und Grymyr wird das Land höher, und bedeutende Teile liegen hier in Gran und Lunner sogar über der Kurve von 390 m.

Das Kambrium hat in diesem Gebiet nur wenig Verbreitung; im N. und NNO. ist es als eine schmale Zone vorhanden, die direkt auf das Urgebirge folgt. An mehreren Stellen wurde das Basalkonglomerat in ursprünglicher Lage nachgewiesen. Die weichen kambrischen Schichten sind stark ausgegraben und überdeckt. Mehr widerstandsfähig ist das Untersilur, das mehrere Kalkzonen enthält, obwohl es wesentlich aus schieferreichen Abteilungen besteht. Seine stark gefalteten Schichten haben eine sehr grosse Ausbreitung; sie bilden das Silurplateau in seiner vollen Breite bis etwas südlich von Elvetangen; weiter im S. bilden sie den östlichen Teil des Silurgebiets auf beiden Seiten des tiefen Viggadal. Das Ausbreitungsgebiet wird nach SO. allmählich schmäler. Südlich von Elvetangen wird der westliche Teil des Gebiets wesentlich von obersilurischen Schichten eingenommen. Das obersilurische Gebiet wird nach S. immer breiter, bis es südlichst sogar das Viggadal erreicht. Das Obersilur enthält in seinem unteren Teil sehr widerstandsfähige Sedimente. Das Untere Llandovery ist nämlich entwickelt als eine sehr mächtige Schichtenfolge von Kalksandstein und Sandstein; hierüber folgt der *Pentamerus*-Kalk als sehr dicke und kompakte Kalkbänke. Das oberste Llandovery und das Wenlock, womit die Schichtenfolge hier abschliesst, sind dagegen teilweise sehr schieferreich. Diese obersilurischen Schichten liegen nun durchgehends in grossen offenen Mulde und Sätteln gefaltet. Das Streichen ist wie sonst in diesem Gebiete stark östlich,

durchgehends N 80° O, und die Achsenlinien der Mulden senken sich deutlich nach W. hinunter.

Wie man sieht, folgen von NNO. nach SSW. Urgebirge, Kambrium, Untersilur und Obersilur einander in ganz gesetzmässiger Weise. Dies führt uns zu der Annahme, dass das ganze Silurgebiet ein grosses Landstück repräsentiert, das im SSW. tiefer als im NNO. eingesunken ist.

Diese hier geschilderte Ausbreitung, Entwickelung und Auftreten der silurischen Schichten sind nun die Ursachen zu den verschiedenen Oberflächenformen, die die Erosion in diesem Silurplateau hervorgebracht hat. In den Teilen, wo das Untersilur auftritt, hat das Plateau eine unregelmässig wellige oder sogar stark kupierte Oberfläche, in welcher das Streichen der Schichten gewöhnlich nicht deutlich hervortritt. Die Schichtenfolge enthält wohl zu wenige und dünne Kalkzonen, um deutlich hervortretende Längsrücken zu bewirken; die starke Faltung war hierfür auch nicht günstig. Anders in dem obersilurischen Gebiet. Hier haben wir im unteren Teil des Obersilurs eine mächtige, kompakte und widerstandsfähige Schichtenfolge und grosse offene Falten. Die Erosion hat deshalb in diesem Teil von Hadeland dem Streichen entlang eine Reihe von Tälern und Längsrücken hervorgebracht, die mehr oder weniger in das Plateau hineindringen und eine abwechslungsreiche, aber wenig übersichtliche Landschaft bilden. Durch diese Thäler wird das südliche, mit kleinen Seen bedeckte Plateau nach Randsfjord hin abgewässert.

Orographisch tritt in dieser Landschaft auch eine Anzahl von Essexitkuppen[1] hervor, die als kleine Lakolithe aufzufasssen sind. Sie liegen in einer N—S-liche Reihen: Brandbukampen, Sølvsberget, Buhammern; mit den umgebenden gehärteten Schichten steigen sie als isolierte Berge zu bedeutender Höhe über das Plateau hinauf und verleihen der Landschaft einen eigentümlichen Charakter.

Kjerulf hat in seiner grossen Arbeit vom Jahre 1879[2] hervorgehoben, wie genau sich das Relief oft den Falten sich ansschlieszt. „Wend man", sagt er, „z. B. im Profil durch Hadeland die dort vorhandenen Etagen aufzählt, wird man mit Erstaunen sehen, dass die oberst mögliche Etage die zwei synklinalen Seiten von den im Profil sichtbaren Tälern bildet, oder mit andern Worten, dass in diesen Tälern nichts weggeführt ist, um die Talbildung zu bewirken". Dass diese Auffassung ganz unrichtig ist, brauche ich wohl kaum näher zu be-

[1] W. C. Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes, I, 1894.
[2] Udsigt, Pag. 66 (Übersetzung).

gründen. Sie beruht wohl auf Kjerulfs Annahme, dass in diesem Gebiete keine jüngeren Sedimente als die Etage 7 (von Kjerulf = oberer Teil des Oberen Llandovery) abgesetzt wären. Nun ist in Wirklichkeit auf Hadeland die obersilurische Schichtenfolge jedenfalls bis zu dem Wenlockkalk erhalten, und in einer solchen Entwicklung, dass man mit Sicherheit sagen kann, dass noch jüngere Schichten hier abgesetzt sein müssen. Ganz theoretisch wird man auch annehmen müssen, dass die Schichtenfolge auf Hadeland ungefähr wie auf Ringerike gewesen ist, obwohl es nicht ausgeshlossen ist, dass die Sandsteinablagerung früher als in diesem Gebiete angefangen hat. Das jetzige Relief auf Hadeland ist deshalb das Resultat einer sehr tiefgehenden und intensiven Erosion, wodurch mächtige Schichtenmassen weggeführt sind.

Im vorgehenden habe ich Auftreten, Streichen und Faltung des Silurs kurz besprochen. Eine ebenso wichtige Rolle sowohl tektonisch als orographisch spielen wohl die Verwerfungen. Ich habe aber zu wenige Detailstudien gemacht, um auf eine nähere Schilderung von diesen eingehen zu können; nur will ich hervorheben, dass man hier dieselben zwei Hauptsysteme von Verwerfungen zu haben scheint, die auf Ringerike so deutlich hervortreten: ein ungefähr N—S.-liches oder NNO.—SSW.-liches und ein ungefähr NW.—SO.-liches. Jedenfalls haben nach Brøgger mächtige Züge von Spaltengängen auf Hadeland diese Richtungen. Derselbe Forscher hebt auch hervor, dass die kleinen Essexit-Lakolithe auf einer N.—S.-lichen Spalte liegen, die also ungefähr der grossen W.-lichen Verwerfungslinie in Randsfjord parallel läuft[1]. Nach Th. Münster treten auch Faltenverwerfungen an vielen Stellen auf, was ja in dieser stark gefalteten Silurgegend nicht überraschen kann.

Das obersilurische Gebiet.

Wie schon kurz geschildert, findet sich in dem SW.-lichen Teil von Hadeland ein grosses, fast zusammenhängendes Gebiet mit obersilurischen Schichten, das natürlich in dieser Darstellung von speziellem Interesse ist. Die Schichtenfolge liegt hier meistens in grossen, offenen Falten, deren Achsenlinien mit dem gewöhnlichen Streichen — N. 80° O. bis fast O. — zusammenfallen und sich nach WSW. oder W. senken. Auf Grund dieser Verhältnisse findet man eine Reihe von obersilurischen Mulden, die im W. am Randsfjord breit anfangen und nach O. früher

---

[1] W. C, Brøgger, Tbe eruptiv Rocks in Gran.
W. C. Brøgger, Die Eruptivgesteine des Kristaniagebietes, I. 1894. Pl. III.

oder später auskeilen. Die nördlichen sind von untersilurischen Schichten mehr oder weniger geschieden, die südlichen fliesen mehr zusammen und erstrecken sich auch weiter gegen O (Fig. 94).

Im nördlichen Teil des obersilurischen Gebiets, nördlich von Roen und Vassjø, ist die Ausbreitung der obersilurischen Etagen durch die neue Kartierung des Herrn Bergmeister Th. Münster genau erforscht. Im südlichen Teil ist die Ausbreitung weniger gut bekannt. Nur im W bei Randsfjord, wo jetzt bei dem Bau der neuen Bergensbahn prachtvolle Profile aufgeschlossen werden, habe ich hier einige Untersuchungen gemacht; sonst ist Kjerulfs über 30 Jahr alte Karte, die sicher an mehreren Stellen unrichtig ist, noch die einzige Quelle. Auch meine Übersichtskarte ist wohl deshalb für diesen Teil nicht zuverlässig.

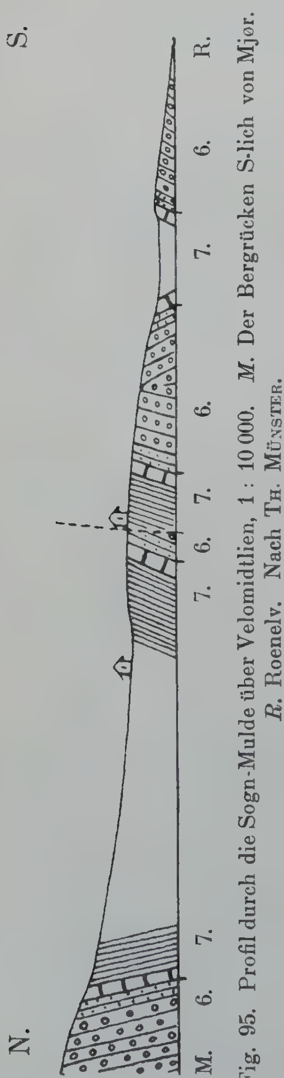


Fig. 95. Profil durch die Sogn-Mulde über Velomidtlien, 1 : 10 000. *M.* Der Bergrücken S-lich von Mjør. *R.* Roenelv. Nach Th. Münster.

Schon nördlich von Elvetangen bei Gjøvik tritt nach Münsters Untersuchungen eine ganz kleine und kurze Mulde von den tiefsten obersilurischen Sandsteinen auf. Erst südlich von Elvetangen bei Grymyr fängt jedoch die erste von den grossen obersilurischen Mulden an, in deren äusseren Teilen die mächtigen Sandsteine des Unteren Llandovery auftreten, während die centralen Teile von dem *Pentamerus*kalk und noch jüngeren Ablagerungen gebildet werden. Zwischen Grymyr und Roen finden sich drei von diesen grossen Mulden. Die nördlichste läuft gleich nördlich von Buhammern und hat eine Länge von ca. 8 Km., während die Breite ca. 1,2 Km. ist. Die nächste ist etwas kürzer und breiter; in beiden scheint die Schichtenstellung ganz einfach und regelmässig muldenförmig zu sein. Breiter und nach Münster mehr kompliciert gebaut ist die dritte, in deren Centrum die grossen Höfe Sogn liegen. Die Schichtenfolge, die in das Wenlock hinaufgeht, ist hier in mehreren steilen Falten zusammengepresst. Eine Faltungsverwerfung hat Münster bei Velomidtlien nachgewiesen. Diese 3 nördlichen Mulden können nach den Höfen Grymyr, Sørum und Sogn genannt werden.

Südlich von Roen folgt eine neue grosse obersilurische Mulde, die in fast W.—O.-licher Richtung sich über Vassjø bis gleich W.-lich von Kalvsjø erstreckt — die Vassjø-Mulde; ihre Länge wird somit fast 10 Km. Sie wird im W. von der neuen Bergensbahn in einem sehr schönen Profil durchschnitten. Die Schichtenfolge, die hoch in das Wenlock hinaufgeht, scheint in einer einfachen Mulde zu liegen.

Südlich von hier erstrecken sich nach KJERULF obersilurische Ablagerungen in breiter Zone von Randsfjord bis nach Vigggadal und Grua hinüber. Den tektonischen Bau und die Ausbreitung der Etagen kenne ich hier fast gar nicht; ich muss auf KJERULFS leider, wie ich glaube, fehlerhafte Karte hinweisen, wonach meine Übersichtskarte gezeichnet ist. Nur weit im W. bei Randsfjord habe ich einige Beobachtungen gemacht.

Nördlich von Jevnaker Kirche liegt, wie KJERULF angibt, eine hübsche Mulde, die durch einen neuen Eisenbahnschnitt teilweise aufgeschlossen wird. Auch hier ist Wenlock in grosser Mächtigkeit vorhanden; KJERULP hat es als Etage 5 angesehen.

Am Wege unterhalb Kvelsrud ist auch Wenlock anstehend. Weit im S. zwischen Toso und Hauger bei dem neuen Hofe Lund fand ich einen neuen Steinbruch in *Pentamerus*kalk angelegt; KJERULFS Karte gibt Etage 5 an, die auch nördlich von dem Steinbruch ansteht. Aller Wahrscheinlichkeit nach finden sich in dem obersilurischen Lande südlich und westlich von Jevnaker Kirche mehrere Falten. Viel Arbeit ist hier noch nötig.

Wie man sieht, nimmt das obersilurische Gebiet nach S. sehr bedeutend an Breite zu. Es ist im südlichsten Teil 14—15 Km. breit, während die Länge der Grymyrmulde nur 8 Km. ist. Die Ausbreitung von N nach S beträgt 11—12 Km. Obersilurische Schichten bilden somit auf Hadeland ein fast zusammenhängendes Gebiet von bedeutenderer Grösse als in irgend einer anderen Silurgegend des Kristianiagebiets.

Stratigraphische Übersicht.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

Die Faciesentwicklung im Unteren Llandovery hat am meisten Ähnlichkeit mit der Entwicklung auf Ringerike; reine Sandsteine sind aber noch mehr hervortretend, und die ganze Schichtenfolge ist so fossilienarm, dass die verschiedenen Zonen nicht sicher wiedererkannt werden können.

Ein sehr schönes und vollständiges Profil findet sich auf der Landzunge bei Bjertnes, wohl das beste Profil durch diese Etage auf Hadeland. Von S. nach N. hat man hier die ganze Schichtenfolge von dem obersten Teil des Untersilurs bis zu dem *Pentamerus*kalk zusammenhängend aufgeschlossen. Die Schichten streichen ungefähr N. 75° O., und das Einfallen ist sehr steil (ca. 85°) gegen N.

Südlichst stehen Schichten, die dem obersten Untersilur angehören, nämlich Kalkknollenschichten mit mehr oder weniger Schiefer. Oberst ist der Schiefer sandhaltig, und die Kalkschichten enthalten grosse *Gastropoden* und verschiedene Korallen, wie *Halysites, Syringophyllum organum,* Eichw., *Protaraea Ungerni,* Eichw. und *Ptychophyllum* Aller Wahrscheinlichkeit nach entsprechen diese Schichten dem obersten Teil der Zone 5 a auf Ringerike.

Hierüber folgt nun eine ca. 105 m. mächtige Schichtenfolge von harten, feinkörnigen Sandsteinen, teils Kalksandsteinen, teils reinen Quarzsandsteinen. Sie sind im frischem Zustande schwarzblau oder schwarzgrau, werden aber durch die Verwitterung oft mehr oder weniger hellbraun oder gelb. Zonen mit sehr dicken Bänken (oft über 1 m.) wechseln mit dünneren Schichten. Fossilien sind sehr selten; nur in dicken Bänken ca. 70 m. hinauf fand ich *Rhynchonella* cf. *Weaveri,* Salt. in Mengen.

Über dieser mächtiger Sandsteinablagerung trifft man 9—10 m. mit dünnen Kalksandsteinschichten und sparsamem, sandigem Schiefer. Leider liegt diese Schichtenfolge hier nicht ungestört. Die untersten 3 m. haben dasselbe Einfallen wie der mächtige Sandstein; dann kommt eine Verwerfung, und das Einfallen wird ca. 55° gegen S. Die Mächtigkeitsberechnung wird hierdurch etwas unsicher. Überlagert werden diese Schichten von dem dickbänkigen *Borealis*-Kalk. Die Oberfläche der dünnen Kalksandsteinschichten sind oft mit Spuren bedeckt; hier finden sich auch etwas kalkreichere Schichten, die Fossilien enthalten. Im un-

teren Teil fand ich Schichten mit zahlreichen *Rhynchonella* sp., leider schlecht erhalten. Bedeutend fossilienreicher ist der oberste Meter dieser Schichtenfolge direkt unter dem *Borealis*kalk. Besonders oberst liegen mehrere harte, sandige Kalkschichten voll von Brachiopoden. In einem fand ich eine sehr reiche Formation von *Orthis* sp. gebildet. Mit dieser Form zusammen kamen kleine Zaphrentiden, Crinoidenstielglieder und Fragmente von einem grossen *Illaenus* sparsam vor. Eine andere war von Fragmenten der *Strophomena expansa*, Sow. aufgebaut. Auch die grosse *Meristella* sp., die auf Ringerike so zahlreich unterhalb der *Borealis*-Schichten auftritt, findet sich hier mit *Orthis* zusammen.

Wie schon gesagt, folgten direkt über diese fossilienreichen Schichten die dicken Kalkbänke des *Borealis*-Kalks. Der Kalk ist hellgrau und gefüllt mit unzähligen weissen, dicken Schalen von *Pentamerus borealis*, Eichw. Die Mächtigkeit dieser kompakten Kalkzone ist hier 4—5 m. Die untersten Schichten sind invertiert, die oberen stehen ungefähr senkrecht. Hierüber lagern kompakte Kalkbänke ohne *Pentamerus borealis*, Eichw., 5—6 m. mächtig, und dann ca. 9 m. mit knolligen Kalkschichten und Schiefer, der in den obersten 3—4 m. sehr reichlich wird. Im mittleren Teil waren einige Korallen wie *Alveolites* sp., und *Favosites* sp. allgemein. Jetzt werden die Schichten dem Ufer entlang überdeckt, bis man nach ca. 40 m. den roten *Crotalocrinus*-schiefer antrifft. Von diesem sind ca. 25 m. aufgeschlossen. Wie auf Ringerike ist der *Crotalocrinus*-Schiefer tief rot, fast purpurrot gefärbt. In dem oberen Teil (ca. 8 m.) enthält er ganz feine Kalkknollen und einige dünne Zonen mit grünlichem Schiefer. Das Einfallen ist hier 70° N.

Nachdem ich jetzt das ganze Profil geschildert habe, will ich die Begrenzung und Einteilung derjenigen Schichtenfolge besprechen, die dem Unteren Llandovery angehört.

Am schwierigsten ist hier die untere Grenze des Obersilurs zu bestimmen, weil die Schichtenfolge auf dem Übergang fast fossilienleer ist. Unter dem mächtigen Kalksandstein liegen in dem besprochenen Profil knollige Kalkschichten und Schiefer, der oberst sandhaltig wird. Ganz dieselbe Schichtenfolge kann man nach Münster bei Gjøvik nördlich von Elvetangen sehen. Nach den Fossilien, die an letzterer Stelle von Münster eingesammelt sind, und nach denjenigen, die ich selbst bei Bjertnes gesehen habe, muss ich diese Schichten als die Zone 5 a betrachten. Die Entwicklung stimmt ganz gut mit derjenigen auf Ringerike überein, scheint aber durchgehends viel fossilienärmer zu sein. Auch auf Ringerike werden die oberen Schichten dieser Zone sandhaltig. Wie

schon früher geschildert (Pag. 37) liegt hierüber auf Ringerike die Zone mit *Meristella crassa*, Sow. oder 5 b. Unterst ein ca. 15 m. mächtiger Kalksandstein mit armer Fauna, nach oben kalkreichere Schichten, bis 25 m. mächtig, die stark variieren. Hier finden sich bald harte Kalksandsteine mit kalkreicheren Schichten, reich an *Meristella crassa*, Sow., *Strophomena expansa*, Sow. und *Leptaena sericea*, Sow., bald sandige Kalke mit *Crinoiden*stielgliedern, bald reine *Crinoiden*kalke oder Korallenriffkalke. Im nördlichen Teil von Ringerike — im Vakerdal — war die Zone reicher an sandigen Sedimenten als weiter im Süden. Diese auf Ringerike faunistisch so interessante Zone ist nun auf Hadeland gewöhnlich als fossilienleere Kalksandsteine entwickelt. Da nun der untere Teil des Unteren Llandovery aus ähnlichen, fossilienleeren Kalksandsteinen und Sandsteinen gebildet ist, wird in diesem Gebiet die Grenze zwischen Unter- und Ober-Silur ganz unbestimmt. Möglicherweise werden künftige, sehr eingehende Untersuchungen eine Grenze fixieren können; bis jetzt ist es mir in den Profilen, die ich gesehen habe, nicht gelungen, und man muss deshalb vorläufig einen kleineren, unteren Teil des Kalksandsteins — in dem Profil bei Bjertnes jedenfalls die unteren 15—16 m. — als die Zone 5 b betrachten. Nach Münsters Tagebüchern ist es jedoch wahrscheinlich, dass die Zone 5 b an einzelnen Stellen in einer anderen Entwicklung vorhanden ist. Bei Kjekshus SW.-lich von Buhammeren fand er nämlich zwischem den knolligen Kalkschichten und dem Kalksandstein einen hellgrauen, krystallinischen Kalk mit zahlreichen *Crinoiden*stielgliedern. Auch auf Hadeland variiert wohl deshalb die Entwicklung der Zone 5 b zwischen einer sandigen und einer kalkreicheren Facies, obwohl die erztere unzweifelhaft vorherscht.

Im Unteren Llandovery setzt sich also die Sandsteinfacies in grosser Mächtigkeit ohne Unterbrechung fort. Im ganzen sind ja hier dickbänkige Sandsteine in einer Mächtigkeit von ca. 105 m. abgesetzt worden, von denen vielleicht 90 m. dem Unteren Llandovery angehören. Das Tierleben scheint in dieser Schichtenfolge fast keine Spuren hinterlassen zu haben. Nur in einem Horizont, der ca. 30 m. von oben liegt, habe ich Bänke mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. gefunden, dieselbe Form, die auf Ringerike die Zone 6 b charakterisiert. Zwischen dem dickbänkigen Sandstein und dem *Borealis*-Kalk, der ganz sicher mit der Zone 7 a auf Ringerike parallelisiert werden kann, liegt eine höchstens 10 m. mächtige Schichtenfolge mit dünnen Kalksandsteinschichten und sparsamen Schiefern.

Sie entspricht wegen ihrer geringen Mächtigkeit wohl nur dem oberen Teil der Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. auf Ringerike, während der untere Teil dieser Zone als dicke Kalksandsteine entwickelt ist. Die obersten fossilienreichen Schichten direkt unterhalb des *Borealis*kalkes müssen vielleicht mit dem unteren Teil der Zone 7 a auf Ringerike zusammengestellt werden. Da die sparsam erhaltenen Reste der Fauna im Unteren Llandovery keine so scharfe Zonengliederung wie in den südlicheren Gebieten ermöglichen, ist es aber vorläufig hier praktischer, die Zone 7 a mit dem *Borealis*kalk anzufangen, der auf Hadeland eine viel schärfere untere Grenze hat als weiter im S.

Mit dieser Begrenzung wird das Untere Llandovery also von einer ca. 100 m. mächtigen Schichtenfolge gebildet, die hauptsächlich aus fossilienleeren Kalksandsteinen und Quarzsandsteinen besteht. Die Faciesentwicklung hat am meisten Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike, nur ist die reine Sandsteinfacies viel hervortretender, und die Fauna ausserordentlich sparsam geworden, ja meistens ganz verschwunden. Die nähere Parallelisierung ist übersichtlich in der folgenden Tabelle dargestellt.

Hadeland.	Ringerike.
7 a. Der *Borealis*kalk, 4—5 m.	7 a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Borealis*-Schichten, 10 m.
6 c. Dünnschichtige Kalksandsteine und Schiefer, 9—10 m.	6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., ca. 45 m.
5 b—6 c. Der dickbänkige Sandstein, ca. 105 m. Sehr dickbänkige Kalksandsteine und Quarzsandsteine wechseln mit etwas dünneren Schichten; ca. 70 m. hinauf ein Horizont mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt.	6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, ca. 50 m. 6 a. Die Zone mit *Leptocoliea hemisphaerica*, ca. 20 m. 5 b. Die Zone mit *Meristella crassa*, Sow., 20—40 m.
5 a. Der *Gastropoden*kalk.	5 a. Der *Gastropoden*kalk.

Auf der Übersichtskarte (Fig. 94) sind die Sandsteine der Zone 5 b mit dem Unteren Llandovery zusammengefasst; eine Sonderung ist vorläufig nicht möglich. Diese Schichten haben, wie man sieht, grosse Verbreitung in dem obersilurischen Gebiet, indem sie überall den äusseren Teil der grossen Mulden bilden. Vollständige Profile scheinen selten vorzukommen. Das beste wird das geschilderte in Bjertnesodden sein. Durch den Bau der neuen Bergensbahn werden sehr gute

Profile S.-lich von Roen oberhalb Bjellum und bei Vassjø aufgeschlossen; sie waren leider bei meinem Besuch im Herbst 1907 noch nicht fertig. Kleinere Aufschlüsse sind natürlich an vielen Stellen vorhanden.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

Das Obere Llandovery fängt mit dem *Pentamerus*kalk an, der mit seinen kompakten Kalkbänken eine leicht kenntliche und hervortretende Zone darstellt. Sehr gut ist diese Schichtenfolge in einem neuen Steinbruch bei Lund zwischen Hauger und Rønnerud südwestlichst in dem obersilurischen Gebiet aufgeschlossen. Die Schichten streichen N. 80° O. und fallen ca. 80° gegen N. ein; sie sind hier invertiert. Von N. nach S. hat man hier folgendes Profil:

6 c. Dichtliegende, sehr harte, sandhaltige Kalkschichten (3—5 cm. dick) mit sehr sparsamem Schiefer. Sie enthalten dieselbe Fauna wie die obersten Schichten der Zone 6 c im Bjertnesprofil, ca. 2.5 m. aufgeschlossen.

7 a. Kompakte, dicke Kalkbänke von hartem, hell graublauem Kalk mit unzähligen weissen, ausserordentlich dicken Schalen von *Pentamerus borealis,* Eichw., der *Borealis*kalk, 4.6 m.

7 b α. Kompakte, dicke Kalkbänke von meistens kristallinischem, blaugrauem Kalk. Kleine *Crinoiden*stielglieder und Korallen so wie kleine *Favosites*stöcke und Zaphrentiden kommen häufig vor. Ab und zu zahlreiche Schalen von *Pentamerus oblongus,* Sow. in dünnschaligen Exemplaren. Der eigentliche *Pentamerus*-kalk, ca. 7 m.

7 b β. Eine Schichtenfolge mit abwechselnd knolligen Kalkschichten und reine Schieferhorizonten, nämlich:

1.50 m. Knollige, 3—7 cm. dicke Kalkschichten und Schiefer mit grossröhrigen *Favosites*stöcken.

0.20 m. Schiefer.

2.10 m. Knollige und ebnere, 3—7 cm. dicke Kalkschichten und Schiefer.

0.5 m. Schiefer mit einzelnen Kalkschichten und Kalkknollen.

1 m. Dichtliegende, knollige Kalkschichten und sparsamer Schiefer.

0.50 m. Schiefer mit einzelnen Kalkknollen und Kalkschichten.

Dies ist augenscheinlich die Zone mit dem unteren Korallenkalk, wovon hier ca. 6 m. aufgeschlossen sind.

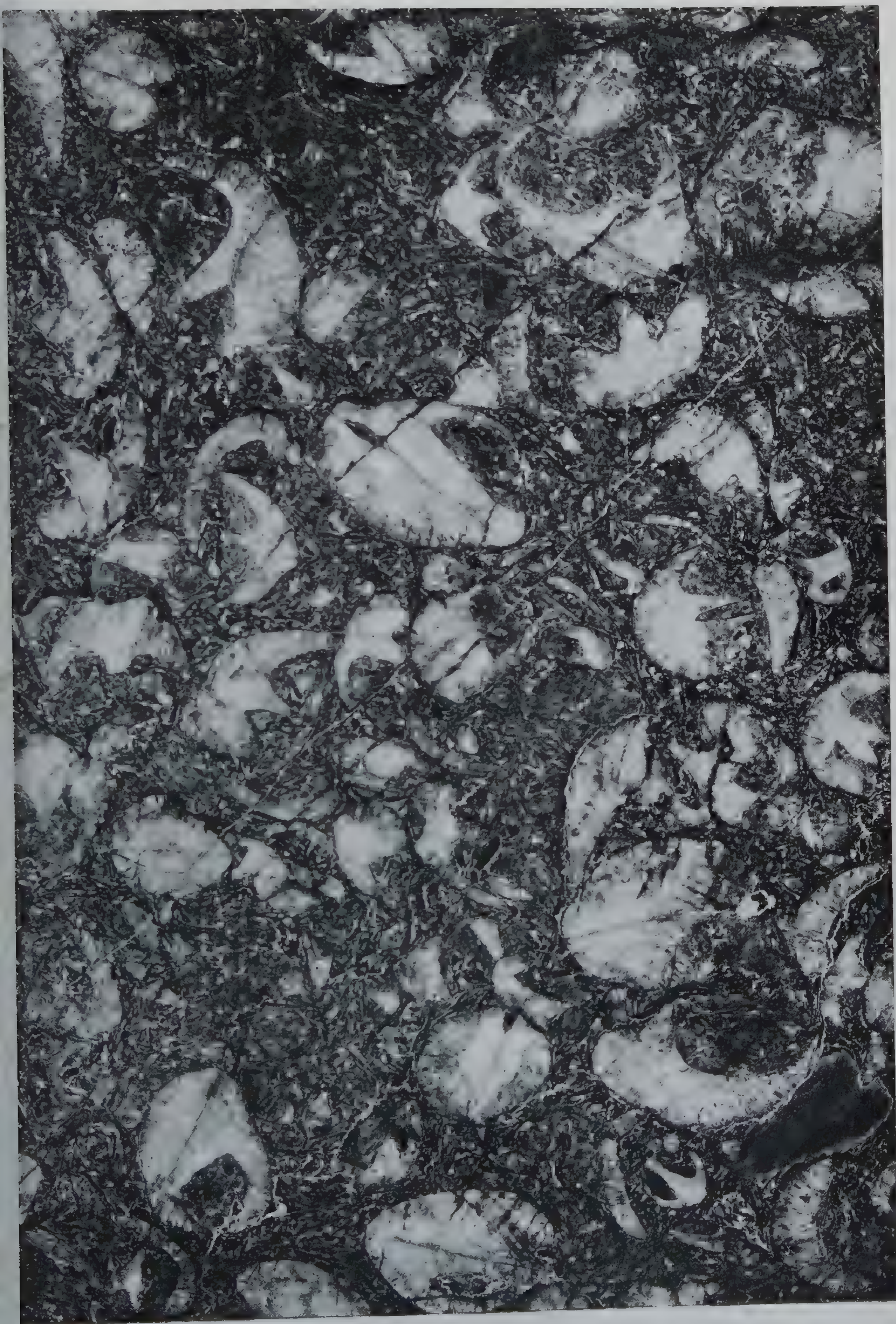


Fig. 96. Geschliffene Platte von *Borealis*kalk mit zahlreichen Durchschnitten des dickschaligen *Pentamerus borealis*, Eichw. Aus der Marmorfabrik von Knut Olsen, Kristiania.

Zu diesem sehr gut aufgeschlossenen und lehrreichen Profil kann ich eigentlicht nicht viel hinzufügen, obwohl ich diese 3 unteren Zonen an mehreren Stellen gesehen habe, z. B. auf Bjertnesodden (Pag. 385) am Wege NO.-lich von Jevnaker Kirche, wo ein neuer Steinbruch in dem *Borealis*kalk angelegt ist und bei Gunstad.

Der 4—5 m. mächtige *Borealis*kalk mit seinen kompakten Kalkbänken, buchstäblich angefüllt mit den ausserordentlich dicken Schalen des *Pentamerus borealis.* Eichw., bildet eine der eigentümlichsten Faciesentwicklungen im Obersilur auf Hadeland. Ab und zu kann man einen kleineren *Favosites*stock beobachten; sonst scheinen alle anderen Fossilien verdrängt zu sein. Schönere und typischere Muschelbänke als diese finden sich nicht in unserem Silur. Wie wir früher gesehen haben, sind sie auch auf Ringerike vorhanden; sie sind dort aber viel schwächer und bei weitem nicht so prachtvoll entwickelt, obwohl einige Schichten ganz voll und viel reicher an gut erhaltenen, vollständigen Exemplaren sind. Auf Hadeland habe ich nur mehr oder weniger fragmentarische Schalen gesehen, die schwierig herauszubekommen sind. Die mehr als meterdicken Bänke können in schönen Quadern ausgebrochen werden und geben einen ausgezeichneten Baustein, der jetzt für den Eisenbahnbau verwertet wird. In der Nähe der Syenitgrenze ist er zu einem schönen Marmor umgewandelt, der jedoch sehr hart ist und viel Arbeit beim Schneiden und Polieren verlangt.

Der eigentliche *Pentamerus*kalk (7 b α), der über den *Borealis*kalk folgt, ist weniger eigentümlich; er ist auch ein kompakter Kalk in dicken Bänken, so wie einzelne Teile der Zone auf Ringerike entwickelt sind, aber viel weniger mächtig. Er scheint aber auf Hadeland im S. etwas mächtiger als im N. zu sein. Während er bei Lund 7 m. ist, fand ich ihn in Bjertnesodden nur 5.5—6 m. mächtig. Am fossilienreichsten war er im S. bei Lund; hier kamen auch zahlreiche Schalen von *Pentamerus oblongus,* Sow. vor, welche Form ich in Bjertnesodden in diesen Schichten nicht entdecken konnte. Möglicherweise ist dies nur zufällig, da das Vorkommen von *Pentamerus*formationen auch in anderen Gebieten stark variiert.

Diese beiden Kalkzonen bilden zusammen eine fast kompakte Kalkbank von 10—12 m. Mächtigkeit und haben, da sie von losen Sedimenten überlagert werden, eine bedeutende Rolle für die Orographie der obersilurischen Landschaft gespielt, was ich schon in der geologischen Einleitung hervorgehoben habe.

Die folgende Zone mit dem unteren Korallenkalk (7 b β) bildet einen sedimentären Übergang von der kompakten Kalkfacies zu

reiner Schieferfacies. Reine Schieferhorizonte wechseln hier mit knolligen Kalkschichten und Schiefer. Bei Lund sind ca. 6 m. aufgeschlossen, in Bjertnesodden ca. 9 m. Hier wurde der Schiefer in den obersten 3—4 m. viel reichlicher und enthielt Exemplare von *Atrypa reticularis*, L. Sonst sind Korallen stellenweise ganz allgemein, besonders Stöcke von *Alveolites* und *Favosites*. Korallenreiche Schichten, die dieser Zone angehören, habe ich auch am Wege zwischen Falang und Kittilsrud gesehen; sie liegen in der Mitte der nördlichsten von den grossen, obersilurischen Mulden.

Wie mächtig diese Zone ist, kann ich noch nicht angeben; im Bjertnes-Profil sind ca. 9 m. aufgeschlossen; dann wird alles überdeckt, und erst ca. 35 m. hinauf in der Schichtenfolge kommen Schichten wieder zum Vorschein und zwar der rote *Crotalocrinus*schiefer, der hier in einer Mächtigkeit von ca. 25 m. aufgeschlossen ist. Auch nicht an anderen Stellen habe ich diese Schichtenfolge vollständig aufgeschlossen gefunden. Da sie somit gewöhnlich überdeckt ist, muss man annehmen, dass sie aus schieferreichen Schichten besteht.

Der rote *Crotalocrinus*schiefer hat ganz dasselbe Aussehen wie der untere rote *Crotalocrinus*schiefer (7 c α) auf Ringerike und kann sicherlich mit diesem parallelisiert werden. Er ist sehr fossilienarm; man sieht nur die weissen Stielglieder von *Crotalocrinus* sp., die jedoch hier nicht zahlreich auftreten. Wenn er aufgeschlossen ist, macht er sich sofort durch seine schöne, fast purpurrote Farbe bemerkbar. Gute Profile werden durch die Bergensbahn zwischen Gulla und Bjellum und S.-lich von Gunstad entstehen.

Im Bjertnes-Profil konnte ich beobachten, dass im oberen Teil des *Crotalocrinus*schiefers dünne Horizonte mit grüngrauem Schiefer und auch ganz feine Kalkknollen sich einfinden. In dem langen, leider noch unfertigen Eisenbahnschnitt südlich von Gunstad sah ich nun, dass dies den Übergang bildet zu einer mächtigen sehr schieferreichen Schichtenfolge, die als das Äquivalent der Zonen 7 c β—γ auf Ringerike betrachtet werden muss. In dieser herrschen grünlicher und rötlicher, kalkhaltiger Schiefer vor, der meistens feine Kalkknollen enthält. Diese können auch fehlen. Bei einer ganz vorläufigen Messung fand ich, dass die Mächtigkeit wenigstens 70 m. war, möglicherweise noch mehr. Wenn der Eisenbahnschnitt hier fertig wird, kann sie wahrscheinlich ganz genau bestimmt werden. Den oberen Teil dieser Schichtenfolge kann man in dem Eisenbahnschnitt oberbalb Gulla sehen.

Fossilien scheinen nur sehr sparsam aufzutreten; ich sah nur eine kleine *Leptaena*, *Pleurotomaria*, sp., *Theca* sp. und einige andere Fragmente von Formen, die nicht leitend sind.

Nach diesen, wie ich vorheben muss, vorläufigen Untersuchungen besteht also das Obere Llandovery auf Hadeland aus folgenden Abteilungen:

7 a. Der *Borealis*kalk, 4—5 m.

7 b α. Der eigentliche *Pentamerus*kalk, 5.5—7 m.

7 b β. Der untere Korallenkalk, wenigstens 9 m. Zwischen dieser und der folgenden Zone liegt eine noch unbekannte Schichtenfolge von ca. 35 m.? (bei Bjertnes), die wohl teils der Zone 7 b β, teils 7 c α angehört.

7 c α. Der rote *Crotalocrinus*schiefer, wenigstens 25 m.

7 c β—γ. Graugrüner und rötlicher Schiefer mit feinen Kalkknollen, ca. 70 m.

Das Obere Llandovery sollte somit hier eine Mächtigkeit von ca. 150 m. besitzen. Da nun die Mächtigkeitsbestimmung im oberen Teil nicht genau, und die obere Abgrenzung der Etage wegen der Fossilienarmut der Schichten unsicher ist, kann man sagen, dass die Mächtigkeit von derjenigen auf Ringerike, die zu 130—135 m. bestimmt wurde, nicht erheblich differiert.

Die Faciesentwicklung hat auch am meisten Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike, zeigt aber doch gewisse eigentümliche und interessante Veränderungen. Die Kalkbildung in der *Borealis*-Zone ist viel kräftiger und kompakter, dagegen in der folgenden Zone weniger mächtig als auf Ringerike. Von ca. 25 m. ist sie in dieser zu 5.5—7 m. eingeschrumpft. Dagegen ist die Zone 7 b β wahrscheinlich bedeutend mächtiger und mehr schieferreich; auch die oberen, schieferreichen Zonen in 7 c sind in grösserer Mächtigkeit entwickelt, so dass die Gesamtmächtigkeit der Etage ungefähr dieselbe in beiden Gebieten, ja sogar vielleicht am grössten auf Hadeland ist. Zur selben Zeit tritt eine eigentümliche Fauna-verärmerung ein, sodass die verchiedenen Zonen in faunistischer Hinsicht nicht genügend charakterisiert werden können. Dies ist aber mehr im oberen als im unteren Teil der Fall. In 7 a hat man ja das Massenauftreten der ausgezeichnet leitenden Form *Pentamerus borealis*. Eichw., so dass selbst ein kleines Stück aus dieser Zone als *Borealis*kalk erkannt werden kann. Auch in der folgenden Zone findet sich *Pentamerus oblongus*, Sow. jedenfalls stellenweise in genügender Menge, um die Zonenbestimmung zu sichern.

Höher hinauf versagt aber meistens der paläontologische Beweis. Hierdurch wird die genaue Paralellisierung mit den Zonen auf Ringerike unsicher.

Deckt z. B. der 25 m. mächtige *Pentamerus*kalk auf Ringerike sich mit der nur 5.5—7 m. dicken Kalkablagerung, die ich auf Hadeland als 7 b α bezeichnet habe? Oder muss man sich denken, dass die kompakte *Pentamerus*kalk-Facies in dem letzten Gebiet viel früher aufgehört hat, und dass somit in Wirklichkeit der untere Korallenkalk auf Hadeland ganz oder teilweise in derselben Zeit wie der obere Teil des *Pentamerus*kalks auf Ringerike abgesetzt wurde? Hierauf ist es wohl schwierig eine sichere Antwort zu geben; es scheint mir aber, dass die zuletzt angedeutete Möglichkeit die wahrscheinlichere sei, und ich denke mir die Parallelisierung der beiden Gebiete in folgender Weise:

Hadeland.	Ringerike.
7 a. Die Zone mit dem *Borealis*-kalk, 4—5 m.	7 a. Die Zone mit den *Borealis*-Schichten, ca. 10 m.
7 b α. Die Zone mit dem eigentl. *Pentamerus*kalk, 6.5—7 m.	7 b α. Die Zone mit *Pentam. oblongus*, Sow. oder der *Pentamerus*kalk, ca. 25 m.
7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk, ca. 45 m. (Pag. 389).	7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk, ca. 17 m.
7 c α. Die Zone mit dem roten *Crotalocrinus*schiefer, ca. 25 m.	7 c α. Die Zone mit dem unteren *Crotalocrinus*schiefer, ca. 20 m.
7 c β-γ. Graugrüner und rötlicher Schiefer, meistens mit feinen Kalkknollen, ca. 70 m.	7 c β. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. oder der obere Korallenkalk, ca. 25 m.
	7 c γ. Die Zone mit dem oberen roter *Crotalocrinus*schiefer, ca. 35 m.

Auf der Übersichtskarte sind Oberes Llandovery und Wenlock zusammengefasst, indem die Ausbreitung der Wenlocketage noch nicht genau erforscht ist. Ich will das Auftreten beider Etagen später im Zusammenhang kurz besprechen.

B. Wenlock — Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

Im mittleren und südlichen Teil des obersilurischen Gebiets befindet sich in der Mitte der grossen obersilurischen Mulden oberhalb des Oberen Llandovery eine mächtige Schichtenfolge, die dem Wenlock angehört. KJERULF kannte diese Schichten nicht: erst TH. MÜNSTER wurde in einem Küstenprofil bei Igelsrud darauf aufmerksam: sie gehören an dieser Stelle dem centraien Teil der breiten Sogn-Mulde an und repräsentieren nach den eingesammelten Fossilien den oberen Teil der Zone 8 b. Viel besser sind jedoch die Wenlock-Schichten in den zwei weiter nach S. liegenden obersilurischen Mulden zu studieren; hier werden jetzt bei dem Bau der neuen Bergensbahn mehrere ausgezeichnete Profile aufgeschlossen, die für die nähere Kenntnis sowohl dieser als der vorigen Etage von grösster Bedeutung werden. Die Eisenbahnschnitte waren bei meinem Besuch im Jahre 1907 noch nicht fertig, gaben aber trotzdem Gelegenheit zu einer Reihe wichtiger Beobachtungen.

Nördlich von Jevnaker Kirche findet sich oberhalb Gulla ein längerer, niedriger Eisenbahnschnitt, wo man ein Profil von dem oberen Teil der Etage 7 bis hoch in das Wenlock hat. Die Schichten streichen hier N. 80° O. und fallen (im südliche Teil) ca. 55° nach N. ein. Unterst liegen erst Schiehten der Zonen 7 c β—γ, aufgeschlossen in einer Mächtigkeit von ca. 30 m. Hierüber war bei meinem Besuch eine Schichtenfolge von ca. 40 m. zu sehen, nämlich:

1. Dünne Platten von feinem Kalksandstein und sparsamer graugrüner Schiefer, ca. 4 m.
2. Sehr reichlicher Schiefer mit einzelnen dünnen Platten, ca. 19 m.
3. Dicke Platten und Bänke (bis 40 cm.) aus demselben feinen Kalksandstein mit gewöhnlich sparsamem Schiefer, der jedoch ab und zu reichlich wird, ca. 17 m.

Fossilien wurden hier nicht gefunden. Die Schichten haben aber grosse Ähnlichkeit mit der Zone 8 a auf Ringerike, und die Grenze zwischen 7 c und 8 a wurde da gesetzt, wo die ersten Platten aus feinem Kalksandstein sich zeigten.

Hierüber war eine Strecke von ca. 70 m. noch nicht ausgesprengt und deshalb überdeckt; sie entspricht einer Schichtenfolge von 55—60 m. Dann bekommt man ein natürliches Profil durch Schichten, die die Zone 8 b in ähnlicher Entwicklung wie auf Ringerike repräsentieren. Es sind dünnere und dickere Bänke von feinem Kalksandstein und einzelnen

Kalkschichten, die nach oben zahlreicher werden. Ich schlug die Mächtigkeit dieser Schichtenfolge zu ca. 30 m. an. Die Kalkschichten sind vielleicht reiner als auf Ringerike und oft ganz voll von denselben Fossilien, die dort auftreten.

Ähnliche Eisenbahnprofile werden jetzt ausgesprengt durch die Vassjø-Mulde zwischen dem Kalksandstein oberhalb Bjellum und Gunstad. Hier werden sowohl der südliche als der nördliche Muldenflügel aufgeschlossen; im dem südlichen geht die entblösste Schichtenfolge am höchsten hinauf — in den oberen Teil der Zone 8 b — mit zahlreichen Kalkschichten voll von Fossilien. Höhere Schichten sind nirgends zu sehen.

Nach meinen vorläufigen Untersuchungen findet sich also auf Hadeland folgende Schichtenfolge von Wenlock:

8 a. Dünne bis sehr dicke Platten und Bänke von feinem Kalksandstein und graugrüner Schiefer, der zonenweise sehr reichlich auftritt. Fossilien scheinen sparsam aufzutreten. Bis jetzt ist nur *Atrypa reticularis*, L. gefunden; *Phacops Stokesi*, SALT., der bei Tømmeraas von TH. MÜNSTER im Schiefer gefunden ist, gehört auch wahrscheinlich dieser Zone an. Die Mächtigkeit lässt sich nicht sicher bestimmen, bevor die neuen Eisenbahnprofile fertig sind, beträgt aber mit der Zone 8 b zusammen wahrscheinlich 120—130 m., wovon das meiste — vielleicht ca. 80 m. — dieser Zone angehört.

8 b. Dicke Platten und Bänke aus feinem Kalksandstein und Kalkschichten, die unten sparsam sind, nach oben aber zahlreich werden. Sie enthalten eine reiche Fauna, von der ich die folgenden Formen nennen kann:

Favosites sp. Kleine Stöcke. Selten.
Palaeocyclus porpita, L.
*Crinoiden*stielglieder. Stellenweise allg.
Orthis sp.
Leptaena transversalis, DALM.
Chonetes sp. Stellenweise in Mengen.
Strophomena Valmstedti, LDM. Sehr allg. im oberen Teil.
Atrypa reticularis, L. Sehr allg.
Glassia obovata, SOW. Allg.
Rhynchonella sphaeroidalis, M'COY. Allg.
Primitia sp.
Beyrichia sp. Allg.
Leperditia Hisingeri, SCHM. Sehr allg.

Bumastus sp.
Phacops sp.
Oriostoma sp.
Cornulites serpularius. Schl. Oberst.

Die aufgeführten Fossilien wurden bei einem kurzen Besuch eingesammelt und geben deshalb kein vollständiges Bild der Fauna, die jedoch sehr gut mit derjenigen in 8 b auf Ringerike übereinzustimmen scheint. Die Mächtigkeit ist mit der vorigen Zone zusammen wahrscheinlich 120—130 m., wovon vielleicht ca. 40 m. zu 8 b gerechnet werden können. Im Profil oberhalb Gulla sind jedenfalls ca. 30 m. zu sehen.

Wahrscheinlich entsprechen die höchsten Schichten, die in den Profilen oberhalb Gulla und südlich von Gunstad entblösst sind, den obersten Schichten der Zone 8 b auf Ringerike. Diese sind die jüngsten obersilurischen Ablagerungen, die bis jetzt auf Hadeland nachgewiesen sind. Da aber der südliche Teil des obersilurischen Gebiets noch nicht genauer studiert ist, ist es nicht ausgeschlossen, dass noch jüngere Zonen erhalten sind.

Wie wir gesehen haben, ist die Faciesentwicklung im Wenlock viel übereinstimmender mit derjenigen auf Ringerike, als es im Llandovery der Fall war. Auch die Mächtigkeit scheint nicht weiter zu differieren. In 8 a ist die Fauna auf Hadeland ganz verarmt; dies kann aber darin liegen, dass die fossilienführenden Horizonte noch nicht entblösst sind. In 8 b schien mir die Fauna ebenso reich auf Hadeland als weiter im S. beim Tyrifjord.

Es bleibt noch übrig die Ausbreitung des Oberen Llandovery und des Wenlock kurz zu besprechen. Auf der Übersichtskarte sind beide Etagen zusammengefasst. In den zwei nördlichsten der grossen obersilurischen Mulden sind keine Wenlockschichten bekannt. Möglicherweise können sie in der Sørum-Mulde, die im W. sehr breit ist, unter den losen Ablagerungen vorhanden sein; sie treten aber nicht zu Tage. Hier gibt also die Karte die Verbreitung des Oberen Llandovery an, das in steilen regelmässigen Mulden liegt. In der breiten Sogn-Mulde wurden dagegen Schichten der Zone 8 b an der Küste N.-lich von Igelsrud von Th. Münster nachgewiesen; sie setzen sich wohl von hier nach O. in die Mulde hinein; diese besteht aber hier aus mehreren Falten. Der centrale Teil der Mulde ist wie in der Sørum-Mulde stark überdeckt; die Karte gibt wohl deshalb auch hier das Auftreten des Oberen Llandovery an. Weiter im S. kann ich noch

nicht viel sagen. Sowohl in der Vassjø-Mulde als in der nächst folgenden oberhalb Gulla hat Wenlock bedeutende Ausbreitung in den mittleren Teilen; ich habe Schichten dieses Alters im W. nachgewiesen, weiss aber noch nicht, wie weit sie sich nach O. erstrecken. Auch S.-lich und O.-lich von Jevnaker Kirche muss ich annehmen, dass man Wenlock in grosser Verbreitung durch nähere Untersuchungen finden wird; ich habe es vorläufig nur am Wege bei Kvelsrud gesehen.

Nach diesem kurzen, vorläufigen Überblick besteht das Obersilur auf Hadeland aus folgenden Etagen:

Unteres Llandovery (Etage 6), ca. 100 m.
Oberes Llandovery (Etage 7), ca. 150 m.
Wenlock (Etage 8), 8 a—b, 120—130 m.

Jüngere Schichten sind bis jetzt nicht nachgewiesen, waren aber ganz sicher auch hier abgesetzt.

VII.

DAS OBERSILURISCHE GEBIET BEIM MJØSEN.

Das silurische Gebiet beim Mjøsen bildet den nördlichen Abschluss des Kristianiagebietes. Auf beiden Seiten des mittleren Teils dieses grossen Binnensees haben silurische Schichten grosse Verbreitung; die schönen und fruchtbaren Gegenden Vestre und Østre Toten auf der SW.-Seite vom Mjøsen und Helgø. Nes, Ringsaker, Vang, Stange, Romedal und Løiten auf der NO.-Seite sind hauptsächlich silurisches Land. Dies Gebiet ist ziemlich weit von dem südlicheren geschieden, und das Silur zeigt hier eine ganz eigentümliche Faciesentwicklung, die fast in allen Zonen von den südlicheren verschieden ist. Auch das Obersilur macht hiervon keine Ausnahme. Das Land ist hier überall stark überdeckt, und gute Profile sind selten, besonders durch das Obersilur, das nur in vereinzelten, isolierten Mulden und Streifen aufgehoben ist und wenig Verbreitung hat. Die genaue Erforschung dieses Gebiets nimmt deshalb lange Zeit in Anspruch und ist noch nicht abgeschlossen. Das nachfolgende ist nur als ein vorläufiger Bericht aufzufassen, und ich hoffe in einer nahen Zukunft dies sehr interessanten Gebiet eingehender behandeln zu können.

Literaturverzeichnis.

1857. Th. Kjerulf. — Ueber die Geologie des südlichen Norwegens. Christiania. Pag. 33—45.

Die erste nähere Erwähnung der kambrisch-silurischen Schichten beim Mjøsen mit mehreren Profilen.

1862. Th. Kjerulf. — Beskrivelse over jordbunden i Hedemarkens Sorenskriverier og Totens Thinglag. Christiania. (Polytekn. Tidsskrift).

Populäre, aber interessante Beschreibung der Geologie des Mjøsengebiets mit Karte.

1888. H. Bäckström. — Ueber den Rhombenporphyr aus dem Brumunthale in Norwegen.

(Bihang Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 14. No. 3). Kurze Besprechung des Sandsteins im Brumunddal und seines Alters.

1897. J. Kiær. — Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems. (Vid.-Selsk. Skr. No. 3).
Kurze Bechreibung von dem oberen Teile des Untersilurs.
1904. K. O. Bjørlykke. — Om oversiluren i Brumunddalen. (Norges geolog. Aarbog f. 1904. No. 2).
Interessante neue Beobachtungen über die obersilurischen Schichten im Brumunddal.
1904. J. Kiær. — Bemærkninger om Oversiluren i Brumunddalen. (Norges geolog. Unders. Aarbog f. 1904. No. 5).
Bemerkungen zu der Arbeit von Bjørlykke.
1904. K. O. Bjorlykke. — Et kort tilsvar til Dr. Kiærs bemærkninger. (Norges geolog. Unders. Aarb. f. 1904. No. 8).
Antwort auf die Bemerkungen des Verfassers.

Karten.

1862. Th. Kjerulf. — Jordbundskart over en del af Mjøsens omegn. 1 : 133 000. In Kjerulfs Arbeit von demselben Jahre.
Die erste eingehende geologische Karte des Mjøsengebiets.
1870. Th. Kjerulf. — Jordbundskart over en del af Mjøsens omegn. 2te Auflage.
Etwas verbessert von der vorigen.
1884. Th. Kjerulf. — Geologisk Rektangelkart (1 : 100 000). 26 A. Hamar.
1884. Th. Kjerulf. — Geologisk Rektangelkart (1 : 100 000). 25 B. Gjøvik.
1887. Th. Kjerulf. — Geologisk Rektangelkart (1 : 100 000). 20 C. Aamot.
Die neuesten geologischen Karten, die bedeutende Fortschritte zeigen, die aber, was das Obersilur betrifft, wenig brauchbar sind.

Historische Übersicht.

Die kambrisch-silurischen Schichten beim Mjøsen, die so grosse Verbreitung besitzen, sind natürlich lange bekannt gewesen; ihre nähere Erforschung war dagegen bis jetzt sehr wenig vorgeschritten.

Keilhau hat sie auf seiner Karte über das Kristianiaterritorium ziemlich genau umgrenzt; Kjerult aber war der erste, der versucht hat, sie stratigraphisch zu bestimmen. In seiner Arbeit von 1857 findet man (Pag. 33) einen besonderen Abschnitt, „Kambrische und silurische Formationen am Mjøsen", der eine zwar kurze, aber für seine Zeit ausgezeichnete Schilderung der geologischen Verhältnisse dieser Gegend gibt. Zahlreiche Profile beleuchten seine Darstellung. Was die Schichtenfolge des Silurs, die uns hier am meisten interessiert, betrifft, unterscheidet er die folgenden Abteilungen von unten nach oben:

Etage 3. Kalkstein mit Orthoceratiten und dunkler Schiefer (= Etage 3 + 4 a).

Etage 4. Grauer Tonschiefer und Mergel mit einzelnen Kalkplatten. Sie enthalten nach Kjerulf *Favosites fibrosa* und Var. *Lycoperdon, Trocholites anguimis,* Salter, einige *Orthiden,* kleine *Leptaenen* und undeutliche Encrinitenstiele.

Etage 5. a) Dicke Bänke von grauem Kalksandstein: über und unter denselben einige Schieferschichten. Im Kalksandstein kommen *Rhynchonella nucula* und *diodonta*, *Strophomena rugosa* und *Euomphalus* vor.

b) Hierüber fetter, blauer Kalkstein mit nur wenigen und dünnen eingelagerten Mergelschichten, wahrscheinlich sehr arm an Versteinerungen. Nur *Atrypa dorsata*, His. wurde gefunden.

Diese Abteilungen entsprechen den späteren Etagen. 4—5 beschreibt er von Furuberg, dessen Profil abgebildet wird (Pag. 37). Auch auf Helgø, westlich vom Furnesfjord in Bergshoiden und in Fangberget bei Veldre tritt nach Kjerulf die oberste Etage auf; speziell werden die schönen Profile auf Helgø bei Lodviken hervorgehoben.

Kjerulf erwähnt in dieser seiner ersten Arbeit nichts von obersilurischen Schichten.

Der Sandstein im Brumunddal wird von Kjerulf in dieser Arbeit wie von früheren Forschern zu der Sparagmitformation gestellt.

5 Jahre später publiciert Kjerulf seine populäre geologische Beschreibung von dem Gebiet beim Mjøsen mit einer Karte, auf die viel Arbeit verwant ist. Die Schichtenfolge der Silurformation ist ganz dieselbe wie früher. Über das Alter des Sandsteins im Brumunddal spricht er sich nicht aus; er scheint hierüber ganz im Ungewissen zu sein. Auf der zweiten Auflage seiner Karte (1870) deutet er jedoch an, dass er möglicherweise gleichalterig mit der Etage 4 sein kann. 3 Jahre später[1] geht er zu seiner früheren Auffassung zurück, dass dieser eigentümliche Sandstein zu der Sparagmitformation zu stellen ist, findet aber zuletzt (Geolog. Rektangelkarte Aamot), dass sein Platz in der Schichtenfolge ganz unbekannt ist. Die ganz unsichere und schwebende Stellung, die Kjerulf somit zu dieser Frage einnimmt, ist natürlich darin begründet, dass er keine eingehenden Studien über die silurischen Ablagerungen im Brumunddal gemacht hatte.

Kjerulf gibt in seinen späteren Arbeiten nichts Neues über das Silur beim Mjøsen; die neuen geologischen Rektangelblätter, Hamar, Gjøvik und Aamot (1884—1887) geben jedoch einige Aufschlüsse über das Fortschreiten der geologischen Erforschung dieser Gegend, obwohl unglücklicherweise keine Beschreibungen beigegeben sind. Sie unter-

[1] Sparagmitfjeldet (Universitetsprogram, 1873) Pag, 59.

scheiden sich bedeutend von den früheren Karten. Was die Silurformation betrifft, sind die Grenzen an vielen Stellen ganz verändert; sie sind jetzt viel richtiger und genauer. KJERULF unterscheidet auf den Karten Hamar u. Gjøvik folgende Abteilungen des Silurs:

Etage 3. Unreiner Kalkstein (*Orthoceren*kalk) und älterer *Graptolithen*schiefer.

Etage 4. Grauer, grünlicher, auch roter (Toten) Tonschiefer mit Cementknollen.

Etage 5. Kalksandstein und kalkhaltiger Schiefer; eine Quarzitschicht kommt auf Toten vor.

Etage 6—7. Korallenkalk und *Pentamerus*kalk, blau, ab und zu rötlich; roter Tonschiefer.

Es ist das erste Mal, dass obersilurische Schichten aus dem Gebiet beim Mjøsen erwähnt werden; leider ist aber die Farbenlegung auf diesen Karten — wahrscheinlich um die Arbeit zu erleichtern — so gewählt, dass die verschiedenen Etagen auf der Karte nicht sicher unterschieden werden können. Die Etagen 3 und 4 sind z. B. mit derselben grünen Farbe bezeichnet; nur der *Orthoceren*kalk ist durch blaue Streifen hervorgehoben. Der untere Teil der Etage 5 ist gelbgrün, der obere blau; da nun für den *Orthoceren*kalk und die als die Etagen 6—7 bezeichneten Schichten dieselbe blaue Farbe benutzt ist, wird es an vielen Stellen unmöglich zu wissen, welche Schichten auf der Karte gemeint sind. Die Karten machen einen in dieser Weise ganz unsicher und sind somit, was die Silurformation betrifft, nicht glücklich ausgefallen. Die Ursache ist wohl, dass man noch zu wenige Kenntnisse der wahren Schichtenfolge hatte, um dieses stark überdeckte und in hohem Grade gefaltete Silurgebiet richtig zu kartieren.

Was KJERULF als Etage 6—7 bezeichnet, ist nicht gut zu wissen, da Kartenbeschreibungen fehlen. Wahrscheinlich bezeichnet er jetzt den oberen mächtigen Kalk in Furuberget, Helgø etc. als den Korallenkalk — Etage 6 (früher 5 b); den wirklichen *Pentamerus*kalk hat er wohl an einzelnen Stellen gefunden; wo lässt sich aus der Karte nicht mit Sicherheit sagen. Der rote Tonschiefer, der nach KJERULF die jüngsten Schichten bildet, scheint mir ganz fraglich. Vielleicht meint er hiermit die rote schiefrige Abteilung, die auf Toten mitten in der Zone 5 b vorkommt.

Einige Jahre später (1888) kommt eine Arbeit von H. BÄCKSTRÖM, die, wie man sagen darf, eine neue Epoche in der Erforschung der Silurformation beim Mjøsen einleitet, indem sie der Anfang der Spezialarbeit

ist. Eigentlich behandelt diese Arbeit den Rhombenporphyr im Brumunddal; aber durch seine Studien über diesen kam er auch zu einer richtigeren Auffassung des Brumunddal-Sandsteins. Da der Sandstein unter oder zusammen mit dem Rhombenporphyr, der demjenigen im Kristianiadal vollkommen entspricht, vorkommt, schliesst nämlich BÄCKSTRÖM, dass er dasselben Alter wte der Sandstein in Kolsaas etc. hat oder mit anderen Worten *devonisch* ist. Obwohl dies, wie wir sehen werden, auch nicht vollkommen richtig ist, hat BÄCKSTRÖM jedenfalls darin Recht, dass er jünger als die übrigen silurischen Ablagerungen ist.

Fast 10 Jahre verlaufen nun ohne neue Beiträge. Im Jahre 1897 habe ich dann in einer Arbeit über die Etage 5 im Kristianiagebiet auch die Verhältnisse beim Mjøsen berücksichtigt. Meine Untersuchungen waren damals wenig umfassend und beschränkten sich auf die Schichtenfolge in Furuberg und dem centralen Teil von Helgø. Ich unterschied hier folgende Abteilungen:

Etage 5 a. Das oberste *Chasmops*niveau. Tonschiefer mit Kalksandstein- und Kalkschichten. Ziemlich reiche Fauna, die aufgezählt wird.

Etage 5 b. Der Kalksandstein. Dicke Bänke von Kalksandstein und sandigem, teilweise kristallinischem Kalk mit einzelnen Schieferzonen. Sehr charakteristisch sind Bänke mit *Solenopora* und sandiger Kalk mit *Rhynchonella borealis*, SCHL. Auf Helgø kommen hierin auch korallenreiche Bänke vor.

Etage 6? Der obere, mächtige Kalk in dicken Bänken, grau, graublau oder rötlich. Sehr versteinerungsarm in Furuberg, wo nur *Solenoporen* und *Atrypa orbicularis*, Sow. (?) gefunden wurden, abwechslungsreicher auf Helgø, wo mächtige Korallenablagerungen in dieser Schichtenfolge vorkommen.

Die Zonen 5 a und b parallelisiere ich in dieser Arbeit mit den entsprechenden Zonen bei Kristiania und auf Ringerike. Das Alter des oberen, mächtigen Kalks halte ich noch für unsicher, obwohl ich meine dass er wahrscheinlich eine eigentümliche Faciesentwicklung der Etage 6 oder des Unteren Llandovery darstellt. Sichere obersilurische Ablagerungen aus dieser Gegend kannte ich damahls noch nicht. Meine Parallelisierung war somit ungefähr dieselbe wie diejenige von KJERULF.

Im Jahre 1903 erschien eine kleine Arbeit von K. O. BJØRLYKKE über das Obersilur in Brumunddalen, die viel Neues und interessantes enthält. Sie ist die erste Beschreibung von sicher obersilurischen Schichten in

dem Gebiet beim Mjøsen. BJØRLYKKE fand bei Torsæter einen knolligen Kalk mit obersilurischen Fossilien, die von mir bestimmt wurden, und einen reichen *Graptolithen*führenden Schiefer, der nach BJØRLYKKE direkt über diesen Kalk folgen sollte. Ich äusserte damals, dass die Fossilien in dieser Kalkzone mit Bestimmtheit auf eine oberes Niveau in der Etage 6 deuten, und dass die Zone vielleicht dem oberen Kalk in Furuberg entspricht. Den *Graptolithen*schiefer parallelisiert BJØRLYKKE mit dem *Graptolithen*schiefer auf Malmø bei Kristiania (8 a). Bei Mariendal entdeckte er einzelne von denselben *Graptolithen*, hier aber in Schichten, die anscheinend in den Brumunddalsandstein übergehen. Dieser Sandstein wurde somit in Wirklichkeit obersilurisch. Da er nun nach BÄCKSTRÖMS Ansicht den Sandstein in Kolsaas etc. als gleichalterig ansieht, kommt er zu dem Resultat, dass auch dieser Sandstein obersilurisch ist.

BJØRLYKKE stellt somit folgende obersilurische Schichtenfolge auf (von unten nach oben):

1. Knolliger Kalk von unbestimmter Mächtigkeit.
2. *Graptolithen*schiefer (= 8 a bei Kristiania).
3. Roter und gelber Sandstein.

BJØRLYKKE findet hierin grosse Ähnlichkeit mit der Entwicklung in Dalarne.

In einer kleine Arbeit opponierte ich teilweise gegen diese Schichtenfolge; ich hielt es für unwahrscheinlich, dass der *Graptolithen*schiefer direkt auf den Kalk folgen sollte, und setzte auseinander, dass die Bildung des Sandsteins im Brumunddal und im Kristianiadal zu ganz verschiedenen Zeiten angefangen haben musste. Hierauf antwortete dann BJØRLYKKE in einer weiteren kleinen Arbeit, die nichts Neues enthält.

Zum Schluss hebe ich hervor, dass die neuen geologischen Karten nördlich von dem centralen Gebiet beim Mjøsen, nämlich Lillehammer und Gausdal von TH. MÜNSTER und K. O. BJØRLYKKE, die von Kartenbeschreibungen begleitet sind, auch für das centrale Gebiet von Wichtigkeit sind; sie zeigen, wie sich die Silurformation weiter nach Norden ändert, enthalten aber nichts von obersilurischen Ablagerungen.

Übersicht der geologischen Verhältnisse.

Eine allgemeine geologische Übersicht dieses Gebiets beabsichtige ich hier nicht zu geben; dazu kenne ich diese Gegend noch viel zu wenig. Ich will nur einige Züge hervorheben, die für das Auftreten des

Silurs, speziell des Obersilurs, wichtig sind. Zur Erleichterung habe ich eine topographische Übersichtskarte beigegeben und weise sonst speziell auf die geologischen Rektangelkarten Hamar, Gjøvik und Aamot hin.

Begrenzung des silurischen Gebiets beim Mjøsen.

Obersilurische Ablagerungen kommen beim Mjøsen nur in dem breiten, zusammenhängenden Silurgebiet vor, das sich auf beiten Seiten des centralen Teils dieses grossen Binnensees ausbreitet. Ich bezeichne dies als das centrale Silurgebiet beim Mjøsen. Es bildet den nördlichen Abschluss des Kristianiagebiets und ist denn auch teilweise durch grosse Verwerfungen abgegrenzt. Am schärfsten ist die westliche Abgrenzung dem Hunnselv entlang; hier läuft die grosse Verwerfung, die ganz von Røikenvik beim Randsfjord deutlich verfolgt werden kann und erst von Brøgger nachgewiesen wurde; östlich von dieser liegt von Einavand bis Gjøvik das hochliegende Silurland von Toten, westlich das Urgebirge. Die Linie dieser deutlichen Einsenkung des Silurs biegt bei Gjøvik in eine NO- oder ONO-liche Richtung ein; sie läuft hier über den Mjøsen und setzt sich über die breite Landzunge Nes fort. Wie die grosse Helgø ist Nes von denselben Schichten wie Toten aufgebaut. Dann folgt ein Streifen Urgebirge, das als Solbergaas und Liberget aufsteht; nördlich von diesen breitet sich wieder das Silurland auf Ringsaker aus. Man muss annehmen, dass dieser Streifen Urgebirge, der hier zwischen dem Silur auf Nes und Ringsaker aufragt, sowohl im SSO. als im NNW. von Verwerfungen abgegrenzt ist und in dieser Weise einen Horst bildet. Diese beiden Verwerfungen setzen sich wahrscheinlich auch NO.-lich vom Furnesfjord fort. Jedenfalls läuft die NNW.-liche sehr deutlich in das Tal des Brumundelv ein und grenzt das Silur hier gegen die südlich liegende Quarzitetage ab[1].

Die SSO.-liche Begrenzungslinie dieses Urgebirgsstreifens zwischen Nes und Ringsaker und ihre Fortsetzung im WSW. und ONO. bilden eine sehr interessante und eigentümliche geologische Grenze in dieser Gegend. Nördlich von dieser fangen nämlich die frühkambrischen und präkambrischen Formationen an, die so charakteristisch für das centrale Norwegen sind: die Quarzitetage mit dem *Olenellus*schiefer und die Sparagmitformation. Südlich fehlen diese ganz. Wir haben somit hier in stratigraphischer Hinsicht die südliche Grenze des centralen Norwegens.

[1] Bäckström, Pag. 15.

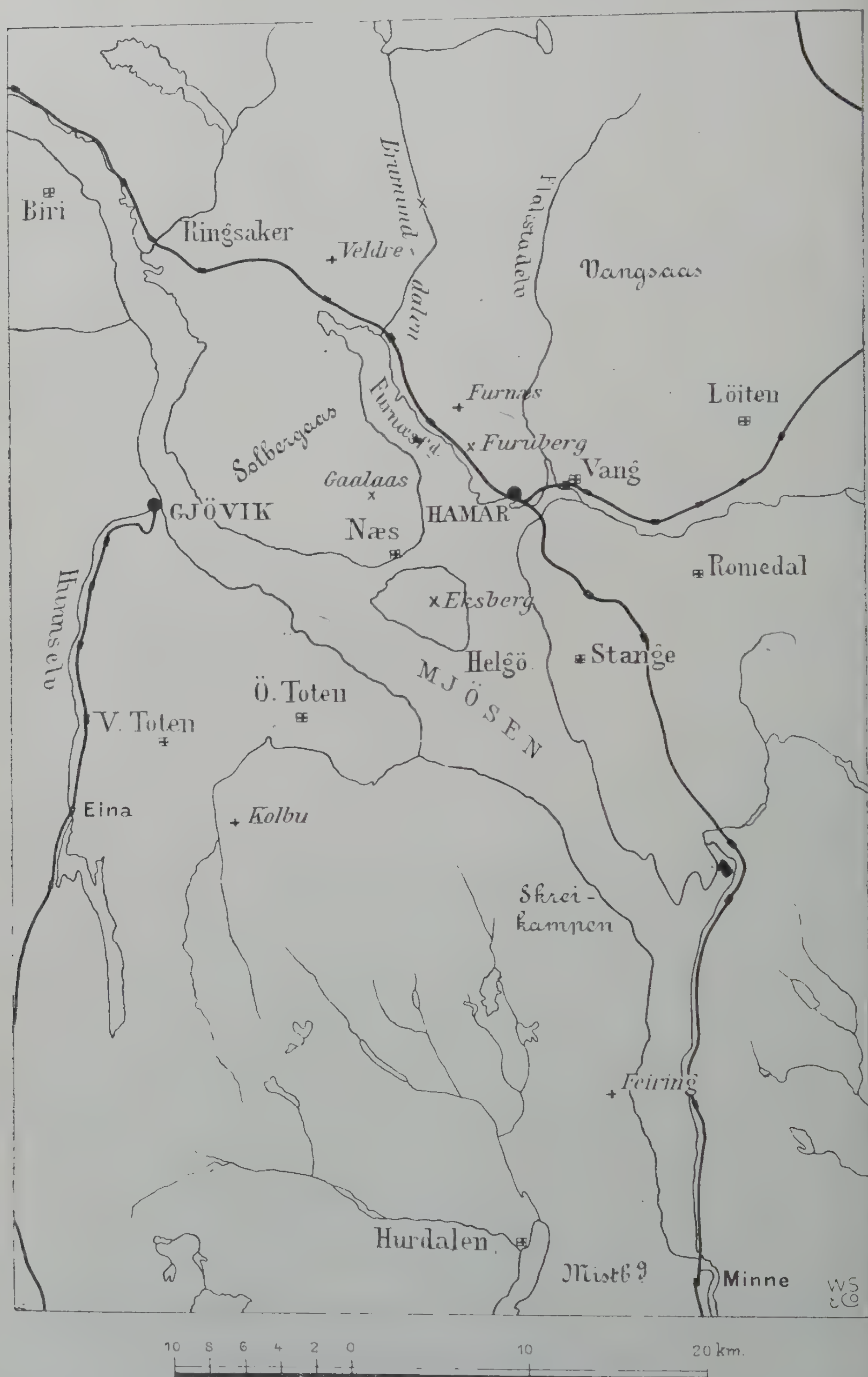


Fig. 97. Topographische Übersichtskarte über das centrale Gebiet beim Mjøsen, 1 : 400 000.

Südlich von der Grenzlinie der Quarzitetage setzen sich das Kambrium und Silur über Nes und Helgø nach der Ostseite vom Mjøsen fort und breiten sich über die fruchtbaren Kirchspiele Vang mit der Stadt Hamar, Stange, Romedal und Løiten aus.

Im W. und SW. grenzt das Silurland hier gegen Urgebirge; die Grenzlinie scheint hier nicht durch Verwerfungen entstanden zu sein. Man muss vielmehr eine ursprüngliche Überlagerung annehmen. Dasselbe scheint auf der Westseite vom Mjøsen in dem südlichen Toten teilweise der Fall zu sein (in Kolbu).

Das in dieser Weise umgrenzte centrale Silurgebiet beim Mjøsen hat eine Ausdehnung von N. nach S. (Brumunddal—Einavand) von ca. 50 Km. und von W. nach O. (Hunnselv—Løiten) von ca. 40 Km. und ist somit grösser als irgend eines der südlicheren Silurgebiete; das Obersilur nimmt jedoch hiervon nur ganz kleine Areale ein.

Wie schon gesagt, findet das Kristianiagebiet seinen nördlichen Abschluss in dem centralen Silurgebiet beim Mjøsen. Die Westgrenze des Kristianiagebiets setzt sich direkt in die Hunnselvlinie fort. Die östliche Begrenzung ist gegen N. hin schwieriger zu bestimmen. Bei Kristiania biegt die Ekeberglinie gegen NO. ab, verschwindet dann aber sehr schnell in der mit mächtigen losen Ablagerungen überdeckten Ebene von Romerike. Es ist wohl hier nicht möglich, genau zu bestimmen, wo die Grenze läuft. Auf der Karte Fig. 1 (Pag. 7) sind Verwerfungslinien da gezogen, wo die Gebirgsarten des Kristianiagebietes hinauftauchen, ohne dass man mit Bestimmtheit sagen kann, dass die Verwerfungen genau so verlaufen. Weiter gegen N. setzt die Verwerfung, die das Kristianiagebiet gegen O. abgrenzt, sich im Mjøsen fort. Wahrscheinlich teilt sich die Linie hier wieder; eine läuft wohl in den Furnesfjord hinauf, während die andere der Hauptrinne des Mjøsen folgt.

Durch diese Linie Mjøsen—Furnesfjord in O., die Hunnselvlinie im W. und die früher besprochene Verwerfung, die von Gjøvik in ONO.-licher Richtung verläuft, wird ein Landstück abgegrenzt, das wohl den eigentlichen nördlichen Abschluss des Kristianiagebiets darstellt.

Durch diese Betrachtung kommt das Silurland östlich vom Mjøsen (bei Hamar) eigentlich ausserhalb des Kristianiagebiets zu liegen. Das Silur auf Ringsaker ist von dem südlicheren Silurland durch einen Streifen Urgebirge und Präkambrium geschieden, das als ein Horst aufragt. Nördlich von diesem Streifen ist das Silur auf Ringsaker deutlich eingesunken und scheint überhaupt ein in mehreren Teilen eingesunkenes Silurstück zu repräsentiren; es kan denn wohl auch dem Kristianiagebiet zugerechnet werden. Wie es sich nun hiermit ver-

hält, so ist es nichts Eigentümliches, dass Teile von dem centralen Silurgebiet beim Mjøsen ausserhalb dieses grossen, eingesunkenen Landstreifens, das wir das Kristianiagebiet nennen, erhalten sind; denn sowohl westlich als östlich und nördlich finden sich zahlreiche Vorkomnisse von Kambrium und Silur, wo dies sicher der Fall ist. Sie gehören dem südlichen Teil des centralen Norwegens an und sind in neuerer Zeit von Bjørlykke, Münster und Schiøtz beschrieben: sie zeigen uns interessante Faciesveränderungen, die sich von S. nach N. vollziehen, enthalten aber leider keine obersilurischen Bildungen.

Das Auftreten des Silurs und die Verbreitung der verschiedenen Etagen.

Das Silur ist in dem centralen Silurgebiet beim Mjøsen stark gefaltet. Das Streichen ist durchgehends ungefähr ONO., oft jedoch noch mehr O.; an einzelnen Stellen fast W.—O. Selten ist es wie weit im S. in Kolbu nördlicher. Starke Faltungen, Überkippungen und Faltenverwerfungen sind häufig. Da nun das Land mit losen Ablagerungen viel mehr überdeckt ist, als es nach der Karte erscheint, fällt es gewöhnlich schwierig die Schichtenfolge genau zu bestimmen. Gewöhnlich ragen nur die mächtigeren Kalkabteilungen auf und nur an besonders günstigen Stellen kann man vollständige Profile finden.

Das meiste des Silurlands wird, wie die Karten auch zeigen, von den Schichten der Etagen 3 und 4 gebildet. Diese mächtige Schichtenfolge besteht zum grossen Teil aus schieferreichen Zonen; der *Orthoceren*kalk (3 c) macht hiervon eine Ausnahme. Er ist vielleicht mächtiger als weiter im S. im Kristianiadal und bildet eine Folge von dichtgestellten Kalkknollenschichten, deren kompakte Bänke sehr wiederstandsfähig gegen die Erosion sind und deshalb auch als lange Kalkzüge verfolgt werden können[1]. Sie sind auch auf den Karten als lange blaue Streifen angedeutet. Der *Orthoceren*kalk wird von Alters her als Baustein benutzt und hat auch als Pflasterstein in Hamar Anwendung gefunden.

Die Etage 4 zeigt fast in allen Zonen eigentümliche Faciesentwicklungen und war bis jetzt sehr wenig bekannt. In kurzem kann man eine Arbeit über diesen Teil des Silurs beim Mjøsen von Herrn stud. real. Holtedahl erwarten, und ich will ihn deshalb hier nicht näher besprechen.

Das Untersilur wird von einer interessanten Schichtenfolge abgeschlossen, die eine sehr hervortretende Rolle in dem Silurland beim

[1] W. C. Brøgger. Etagen 2—3. Pag. 27 und 374.

Mjøsen spielt. Kjerulf bezeichnet sie als den Kalksandstein und den obersten mächtigen Kalk.

Diese Abteilungen können aber nicht scharf voneinander getrennt werden. Sie bilden zusammen eine 60—80 m. mächtige Schichtenfolge, die sich durch die mächtige Entwicklung von oft dicken Kalkbänken auszeichnet; der Kalk ist im unteren Teil gewöhnlich sandiger, im oberen reiner. An einzelnen Stellen ist die Kalkfacies fast alleinherschend, an anderen schieben sich schieferreiche Zonen ein; auch sonst ist die Entwicklung sehr variirend. Diese mächtige Kalkzone nenne ich den Mjøsenkalk. Er wurde anfangs von Kjerulf mit der Etage 5 verglichen; später führt er auf den neueren Karten den unteren Teil zu der Etage 5, den oberen, der oft einen sehr reinen Kalk enthält, zu der Etage 6. Zu dem letzteren Resultat bin ich selbst in einer früheren Arbeit gekommen, in der ich die Äquivalente der Etage 5 beim Mjøsen kurz bespreche. Ich glaube aber jetzt, dass die frühere Auffassung von Kjerulf richtig ist, und fasse den ganzen Mjösenkalk als die Zone 5 b auf. Ich werde später in der stratigraphischen Übersicht anführen, welche Grunde hierfür sprechen.

Diese mächtige und kompakte Kalkzone tritt gewöhnlich in der Landschaft deutlich hervor. Ihre dicken Kalkbänke bilden auf der Ostseite vom Mjøsen 3 nicht unbedeutende Höhen, nämlich Furuberg N. von Hamar (ca. 250 m.), den hohen, mittleren Teil von Helgø Eksberg (320 m.) und Bergsaas auf Nes (ca. 380 m. über d. M.). An allen diesen 3 Stellen liegen die Schichten in mehr oder weniger regelmässigen Mulden, die auf den Karten gut hervortreten, obwohl die Schichtenfolge nicht richtig kartiert ist. Auf der SW.-seite vom Mjøsen hat der Mjøsenkalk eine noch allgemeinere Verbreitung; er tritt hier auf in einer Menge von Vorkomnissen zwischen Gjøvik und Einavand, also in der Nähe der Westseite der Silurgegend von Toten, während er in deren westlichem Teile vollkommen fehlt. Wahrscheinlich ist dies in einer grösseren Einsenkung gegen W. begründet. Die Vorkomnisse gruppieren sich in einzelnen Feldern, die durch ältere Schichten getrennt sind. Sie treten auf der Karte Gjøvik ziemlich gut hervor; diese gibt jedoch einen falschen Eindruck der wirklichen Verhältnisse.

Gleich südlich von Gjøvik liegt ein bedeutendes Feld von Mjøsenkalk, ungefähr in der Fortsetzung von Furuberg und Bergsaas. In Furuberg liegt der Kalk in einer ziemlich regelmässigen Mulde, deren nördlicher Schenkel jedoch teilweise überkippt ist. Schon in dem oberen, breiten Teile von Bergsaas wird der Kalk mehrmals gefaltet, was auch südlich von Gjøvik der Fall ist. Hier ist das Feld noch breiter

(ca. 4 Km.); sowohl ältere als jüngere Schichten kommen jedoch innerhalb dieses Feldes vor, das ich das Østby-Feld nenne.

Weiter im S. liegt ein hochliegendes, grosses Feld mit Mjøsenkalk, in dessen Mitte der Hof Gaukum liegt, 493 m. ü. d. M., mit prachtvoller Aussicht. In diesem Gaukum-Feld sind die Schichten stark gefaltet. Bei Finstad, Gaukum und Helleset fand ich deutliche Sättel mit Mjøsenkalk, die als deutliche Längsrücken aufragen, während in die Mulden, der meistens talähnlich ausgegraben sind, alle Schichten stark überdeckt sind. Auch bei Malterud (im N.) soll nach der Karte der Mjøsenkalk vorkommen. Dies Feld liegt in der Fortsetzung der Mulde auf Helgø und ist ca. 3.5 Km. breit und 9 Km. lang.

Endlich findet sich zwischen Reinsvold und Einavand ein ca. 6 Km. breites und höchstens 4 Km. langes Feld, in dessen Mitte die Höfe Sivesind liegen. In diesem Sivesind-Feld ist der Mjøsenkalk noch stärker gefaltet und läuft als Kalkzüge, die wahrscheinlich Sättel repräsentieren, über Hegsum, N. Sivesind, S. Sivesind, Hagebakken und Blaavarp. Den südlichen Teil bei Sund am Einavand habe ich nicht besucht. Auch hier war zwischen diesen Kalkzügen sehr wenig zu sehen.

Der Mjøsenkalk ist für die Mjøsengegend von ökonomischer Bedeutung. An mehreren Stellen, wo reiner Kalk in grösserer Mächtigkeit entwickelt ist, wird er zur Kalkfabrikation benutzt (besonders in Furuberg und auf Helgø); sonst gibt er einen ganz ausgezeichneten Baustein.

Sichere obersilurische Ablagerungen waren bis jetzt sehr wenig bekannt; beschrieben sind sie nur aus dem Brumunddal von Björlykke. Wie schon gesagt, hat Kjerulf auf seinen neuesten Karten (Hamar & Gjøvik) eine oberste „Etage 6—7, blauer, ab und zu rötlicher Korallenkalk und *Pentamerus*kalk, roter Tonschiefer“, die er folglich als obersilurisch ansieht. Was er hiermit meint, ist etwas fraglich. Die Farbenlegung der Karten ist nämlich so gewählt, dass man nicht überall sehen kann, wo diese Schichtenfolge nach Kjerulf vorkommen sollte, und jede weitere Beschreibung fehlt. Durch meine Untersuchungen habe ich an mehreren Stellen sichere obersilurische Ablagerungen gefunden und die Schichtenfolge des Obersilurs festgestellt von dem Mjøsenkalk bis zu dem *Graptolithen*schiefer, den Björlykke aus Brumunddal beschrieben hat. Diese Schichtenfolge gehört dem Unteren und Oberen Llandovery an und ist weit von der Faciesentwicklung im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets verschieden. Sie findet sich in den centralen Teilen der Mulden des Mjøsenkalks in Furuberg und auf Helgø, ebenfalls in Bergsaas

auf Nes und ist besonders gut aufgeschlossen in dem Østenstadfeld gleich südlich von Gjøvik. Auch in dem Gaukumfeld habe ich Spuren davon nachgewiesen. Allein in dem Sivesindfeld habe ich sie bis jetzt nicht gefunden. Diese Schichtenfolge ist gewöhnlich stark überdeckt; sie ist nämlich schieferreicher als diejenige des Mjøsenkalks, zwischen deren mächtigen Rücken sie auftritt, und ist deshalb fast überall stärker erodiert worden als diese. Gute Profile sind deshalb sehr selten. Nur der *Pentamerus*kalk ist an mehreren Stellen gut aufgeschlossen, teilweise weil er z. B. südlich von Gjøvik zum Kalkbrennen benutzt wird. Ausserhalb der genannten Stellen kommt Obersilur, wie schon mehrmals bemerkt, im Brumunddal vor, wo sehr interessante Profile von Bjørlykke gefunden worden sind.

Stratigraphische Übersicht.

Eine ganz erschöpfende Übersicht des Obersilurs in diesem Gebiet kann ich noch nicht geben; es fehlt noch viel Detailarbeit. Die Hauptzüge der Entwicklung ist es mir aber gelungen festzustellen.

Ich will erst die wichtigsten Profile durchgehen und dann zuletzt eine allgemeine kurze Übersicht der obersilurischen Schichtenfolge geben.

I. Die Profile bei der Gjøvik Kalkfabrik.

Gjøvik Kalkfabrik arbeitet auf einer nicht mächtigen Kalkzone, die den *Pentamerus*kalk darstellt. Hierdurch und durch die Anlegung des neuen Weges von Gjøvik über den prachtvoll gelegenen Hof Østby sind mehrere gute Profile aufgeschlossen, die sich als sehr wichtig erwiesen haben.

Am wichtigsten ist das Profil am Wege bei der Kalkfabrik. Das Streichen fand ich hier zu N. 70° O., das Einfallen ca. 65° N. 20° W. Unterst in der Schichtenfolge liegt der Mjøsenkalk ganz gut aufgeschlossen; er ist hier etwas anders entwickelt als weiter im O. auf Helgø und auf Furuberg, indem sein mittlerer Teil schiefrig ist. Das Østbyfeld ist stark gefaltet, und weitere Züge von Mjøsenkalk kommen weiter im S. am Wege bei Østby, Aaseng und Aashoug vor; überall zeigt er dieselbe Schichtenfolge, die aus folgenden Teilen besteht:

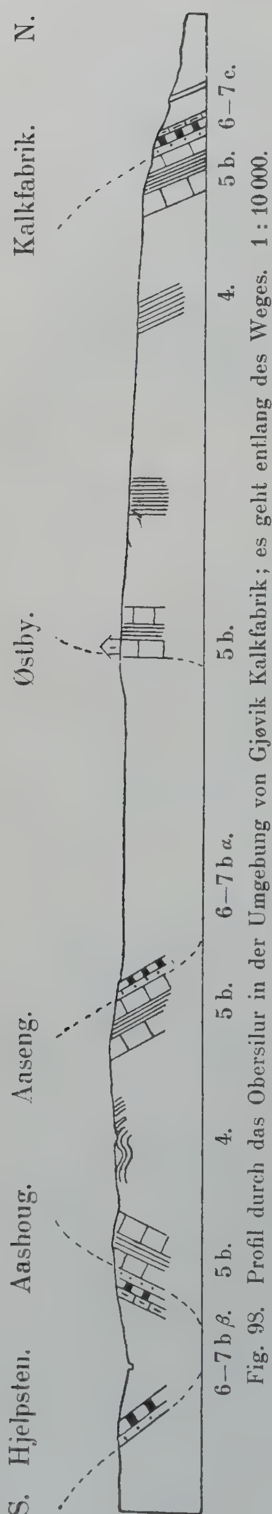


Fig. 98. Profil durch das Obersilur in der Umgebung von Gjøvik Kalkfabrik; es geht entlang des Weges. 1 : 10 000.

5 b α. Der untere Kalk, ca. 25 m. Dicke Bänke von meistens graublauem Kalk wechseln mit mehr oder weniger schieferreichen Schichten. Bei der Gjøvik Kalkfabrik ist die mächtigste Folge von kompakten Kalkbänken nicht mehr als 3 m. An anderen Stellen ist die Kalkbildung weniger unterbrochen gewesen; ab und zu ist er rötlich. Weiter in N. bei Kopperud ist wahrscheinlich diese Abteilung in dem Steinbruch aufgeschlossen; hier liegt ein oberer kompakter Kalk, der wenigstens 6—8 m. mächtig ist. *Solenopora* kommt häufig vor und bildet oft ganze Bänke. Sonst sind sehr wenige Fossilien zu sehen; am allgemeinsten sind *Rhynchonella borealis*, Schl. und zweigige *Monticuliporen*.

5 b β. Der mittlere, rötliche Schiefer, ca. 20 m. Rötlicher, schiefriger Kalk und rötlicher Schiefer wechseln mit grünlichem Schiefer. Ab und zu Bänke von grauem sehr feinknolligem Kalk. Sehr fossilienarm; nur *Atrypa* (?) sp. wurde ganz vereinzelt gefunden.

5 b γ. Der obere Kalk, ca. 20 m. Dicke Bänke von meistens grauem Kalk herrschen vor; aber auch Schieferzonen und Zonen mit Kalkschichten und Schiefer kommen vor. Sehr fossilienarm.

Die Faciesentwicklung ist, wie man sieht, in 5 b sehr abwechslungsreich. Ein unterer Teil, der als eine Kalksandsteinabteilung bezeichnet werden kann, tritt nicht deutlich hervor, obwohl der Kalk oft ziemlich sandig erscheint.

Über dem Mjøsenkalk verändert sich die Facies vollständig; es finden sich jetzt Kalksandsteine und Tonschiefer ein, die folgende Schichtenfolge aufbauen (von unten):

1. Harter, heller, fossilienleerer Kalksandstein, ca. 1.3 m.
2. Dünnere Kalksandsteinschichten mit sparsamem, grünlichem Tonschiefer, ca. 2 m.

3. Harter, heller, fossilienleerer Kalksandstein, ca. 1.6 m.
4. Dünnere Kalksandsteinschichten mit grünlichem Tonschiefer, der nach oben etwas reichlicher wird, ca. 3.5 m. Ungefähr in der Mitte eine 10—15 cm. dicke Kalkschicht mit groben, gerollten Quarzkörnern und Anthracitflecken. Oberst finden sich einzelne kalkreichere, sehr harte Schichten, die folgende Fauna enthalten:

Strophomena expansa, Sow. Sehr allg.
Leptaena transversalis, Dalm. Grosse Var.
Rhynchonella 10-plicata, Sow.

Hierüber kommt dann der kompakte *Pentamerus*kalk.

Diese Schichtenfolge, die nicht mehr als ca. 8.5 m. mächtig ist, repräsentiert unzweifelhaft das Untere Llandovery. Überraschend ist ihre geringe Mächtigkeit und grosse Fossilienarmut. Weiter im S. sieht man Spuren derselben Etage am Wege in der Nähe von Aaseng, Aashoug und Hjelpsten, überall in den Mulden der mächtigen Züge des Mjøsenkalks.

Das Obere Llandovery fängt mit folgender Schichtenfolge an, die auf beiden Seiten des Weges in den Kalkbrüchen der Kalkfabrik aufgeschlossen ist:

1. Dichtliegende, meistens knollige Schichten von dichtem, graublauem Kalk in kompakten Bänken; auf der SW.-Seite des Weges habe ich sie zu 5.7 m., auf der NO.-Seite zu 6.4 m. gemessen. Ich habe hier folgende Fossilien gefunden:

Favosites Gotlandicus, L. Nicht selten.
Favosites Hisingeri, Edw. & H.
Pentamerus oblongus, Sow. Gewöhnlich selten; ca. 4 m. hinauf war eine Kalkschicht reich an dieser Form.
Leperditia Hisingeri — abbreviata, F. Schm. Selten.

Diese Kalkzone liefert den Kalk für die Gjøvik Kalkfabrik. Weiter im S. ist der *Pentamerus*kalk bei Aaseng, Aashoug und Hjelpsten aufgeschlossen. Bei Aaseng und Hjelpsten sind kleine Kalkbrüche angelegt, und die Zone ist deshalb auf beiden Stellen gut entblösst, jedoch nicht so vollständig wie bei der Fabrik. Der Kalk scheint an beiden Stellen etwas fossilienreicher als hier zu sein; besonders kommen Korallen häufiger vor. Ich notierte:

Stromatopora sp.
Halysites sp.
Favosites Gotlandicus, L. Sehr allg.

Favosites maximus, Qu. Allg.
Acantholithus asteriscus, F. Röm. Allg.
Grosse *Crinoiden*stielglieder.
Pentamerus oblongus, Sow., besonders unten.

Bei Hjelpsten schien er auch mächtiger als bei der Fabrik zu sein, jedenfalls ca. 12 m. Dieser Zug setzt sich in WSW.-licher Richtung nach Negaard bei der Eisenbahnlinie fort, wo er nach einer Mitteilung von Herrn Professor Vogt gut aufgeschlossen und noch mächtiger ist.

2. Hierüber folgen Kalkschichten mit mehr oder weniger reichlichem Schiefer, wenigstens 6.5 m. mächtig. Auf der SW.-Seite des Weges habe ich folgende Entwicklung aufgemessen (von unten):

3.4 m. mit 5—10 cm. dicken Kalkschichten und etwas sparsamerem graugrünem Mergelschiefer, der nach oben etwas reichlicher wird (1—7 cm.).
0.4 m. mit feinknolligen Kalkschichten und Schiefer.
1.3 m. mit wieder etwas dickeren (3—7 cm.), knolligen Kalkschichten und Schiefer in 2—3 cm. dicken Schichten.
1.5 m. mit dünnknolligeren Kalkschichten und reichlichem Schiefer; nach oben werden die Kalkschichten wieder etwas dicker.

Die nächst höheren Schichten, sind hier überdeckt; wahrscheinlich ist aber die Zone etwas mächtiger, indem sie auf Helgø 8—9 m. mächtig ist.

Diese Schichtenfolge ist sehr fossilienarm; ich fand nur einen feinröhrigen *Favosites;* ähnliche Schichten — meistens feinknollige Kalkschichten und Schiefer sah ich auch bei Aashoug, hier aber schlecht entblösst.

3. Bei einem kleinen Seitenweg, der NW.-lich von der Kalkfabrik nach W. hinaufgeht, habe ich einen sehr graptolithenreichen Schiefer gefunden, der nach vorläufiger Messung ca. 35 m. über dem kompakten *Pentamerus*kalk liegt.

Der Schiefer ist heller und dunkler graubraun, schwach kalkhaltig und weich; er spaltet sich nicht besonders gut. Die *Graptolithen* waren am reichlichsten in einigen dunkleren Schichten und sind vortrefflich erhalten; sie sind dunkelbraun bis schwarz, und ihre plastische Form ist oft fast vollkommen erhalten. Ich habe von hier folgende Formen bestimmt:

Monograptus priodon, BRONN. In Mengen.
Monograptus sp. cf. *cygneus*, TQU.
Monograptus crenulatus, TQU. Allg.
Monograptus nodifer, TQU. Selten.
Monograptus spiralis, GEIN., var. *subconicus*, TQU. In Mengen.
Retiolites Geinitzianus, BARR. Sehr allg.

Besonders eigentümlich für diese *Graptolithen*fauna ist das zahlreiche Auftreten von *Monograptus spiralis*, GEIN., var. *subconicus*, TQU. und *Retiolites Geinitzianus*, BARR. Der Schiefer ist leider nur in ganz geringer Mächtigkeit aufgeschlossen.

Weitere Studien habe ich hier bei Gjovik noch nicht gemacht. Bevor ich Toten verlasse, werde ich jedoch anführen, dass ich in dem Gaukumfeld Spuren von *Pentamerus*kalk und der unterliegenden Etage 6 am Wege in der Nähe von dem kleinem See Sillungen gefunden habe.

II. Die Profile auf Helgø.

Der hochliegende, mittlere Teil der schönen, grossen Helgø wird, wie schon lange bekannt, von einer grossen Mulde des Mjøsenkalks gebildet. Die Achse dieser Mulde senkt sich nach ONO.; bei Bergviken hebt sich die Schichtenreihe auf beiden Seiten der Mulde aus der Wasserfläche des Mjøsens empor, steigt von hier allmählich nach WSW. hinauf und endigt bei Fjeld in einer Höhe von ca. 250 m.

Bei Bergviken sieht diese Mulde ganz regelmässig aus; der südliche Muldenflügel wird aber bei Lodviken von einer Längsverwerfung durchschnitten, die sich in W.-licher Richtung entlang der N.-Seite des Eksberg fortsetzt. Dieser Höhenrücken, der den höchsten Teil von Helgø bildet (ca. 200 m. über dem Mjøsen), repräsentiert im Verhältnis zu dem centralen und nördlichen Teil der Mulde ein stark eingesunkenes Stück der südlichen Muldenflügel, in denen die Schichten nach W. hin steiler und steiler stehen, bis sie invertiert werden. Die Schichtenfolge wird deshalb im südlichen Teil der Mulde mehr oder weniger wiederholt, während sie im nördlichen mehr ungestört liegt.

Topographisch tritt diese grosse Mulde auf Helgø sehr schön hervor; die Muldenflügel ragen wesentlich auf Grund der mächtigen Entwicklung des Mjøsenkalks als Höhenrücken auf, während die centralen Teile, ursprünglich aus weicheren, obersilurischen Schichten gebildet, talähnlich ausgegraben und stark überdeckt sind.

Der Mjøsenkalk (5 b) ist bei Bergviken auf beiden Seiten der Mulde in ganz prachtvollen Profilen aufgeschlossen. Seine Mächtigkeit habe ich zu ca. 60 m. angeschlagen; diese Zone besteht hier teilweise aus einem mächtigen Kalk in kompakten, unregelmässigen Bänken, die oft wesentlich von *Stromatoporen* und Korallen aufgebaut sind (Korallenriffe). Teilweise sind die Kalkschichten regelmässiger, teilweise schalten sich auch schieferreiche Abteilungen ein (besonders in dem südlichen Muldenflügel), Die obersten Schichten bestehen aus dünneren, dichtliegenden, etwas knolligen Kalkschichten in dicken Bänken. Zwei Kalkfabriken sind angelegt und benutzen besonders die oberen Schichten für die Kalkfabrikation. Die Fauna habe ich schon in einer früheren Arbeit[1] besprochen; sie scheint mir durch die ganze Schichtenfolge dem jüngsten Teil des Untersilurs anzugehören.

Jüngere Schichten habe ich bei Bergviken nicht gefunden; in dem oberen Teil der Mulde sind aber solche an mehreren Stellen entblösst. Bis jetzt habe ich die besten Profile an dem Wege gefunden, der von Sund über Bakkerud und Eksberg nach Ek führt. Der Weg steigt allmählich hinauf, bis man bei Bakkerud den nördlichen Flügel des Mjøsenkalks erreicht, der jedoch hier am Wege sehr schlecht entblösst ist. Der Weg führt jetzt in den centralen, stark überdeckten Teil der Mulde hinab. Zwischen Myren und der Schule fand ich gleich östlich vom Wege den *Pentamerus*kalk aufgeschlossen. Es sind dichtliegende, 3—7 cm. dicke Schichten aus grauem Kalk, die schwach (15°) nach SSO. einfallen; nur sparsame Fragmente von *Pentamerus oblongus*, Sow. wurden gefunden. Zwischen diesen Schichten und dem Mjøsenkalk fand ich Spuren von Kalksandstein, und weiter im SW. direkt im Wege knollige Kalkschichten und Schiefer, die sicherlich die Abteilung oberhalb des *Pentamerus*kalks repräsentieren; sie stehen sehr steil und sind wohl durch eine Verwerfung geschieden. Am Wege sind lose Blöcke von einem dünnknolligen, oft rötlichgrauen Kalk mit graugrünem Schiefer allgemein, die wohl aus derselben Zone stammen; sie enthalten oft lange Stiele einer *Crotalocrinus*-ähnlichen Form.

Dies sehr unvollständige Profil war das erste, das ich vor zwei Jahren durch sicher obersilurische Schichten beim Mjøsen entdeckte. Im letzten Sommer teilte mir dann Herr stud. real. Holtedahl mit, dass er weiter im S. auf Eksberg Spuren von *Graptolithen* gefunden habe; ich besuchte dann sofort diese Lokalität und entdeckte hier mehrere sehr vollständige und interessante Profile, besonders in Eksberg.

[1] Kiær, Faunistische Übersicht der Etage 5, 1897, Pag. 40.

Die Profile in Eksberg liegen ungefähr in der Fortsetzung des gleich vorher besprochenen. Der Weg steigt hinauf und geht bald in den Wald hinein; das Terrain hebt sich erst ganz langsam und ist mit Moränenablagerungen überdeckt. Es finden sich aber am Wege zwei kleine Aufschlüsse, in denen Schiefer für die Wegdecke ausgegraben ist. Der erste liegt gerade, wo der Weg in den Wald hinein geht, der andere ca. 125 m. weiter nach S. Ich werde sie beide später besprechen. Gleich nachher biegt ein alter Weg nach rechts ab und geht sehr steil hinauf über Eksberg, während der neuere Weg in einem grossen Bogen nach O. hinüberführt. An beiden Wegen finden sich sehr gute und wichtige Profile, die ausschlaggebend für die Kenntnis der obersilurischen Schichtenfolge sind.

Das Profil in dem alten Weg über Eksberg. — Das Profil ist im Wege selbst gut entblösst und besteht aus fast senkrechtstehenden obersilurischen Schichten, bis man den Mjøsenkalk antrifft gerade, wo der Weg wieder hinabführt (Fig. 99). Diese Kalkzone bildet einen sicheren Ausgangspunkt und besteht aus dicken Kalkbänken, die mit dünneren Kalkschichten abwechseln.

Über diesen Schichten (also gegen N) ist im Wege selbst in einer Länge von ca. 20 m. alles überdeckt; dann trifft man dichtliegende, mehr oder weniger knollige Schichten aus grauem oder graublauem Kalk, die eine kompakte Kalkzone bilden.

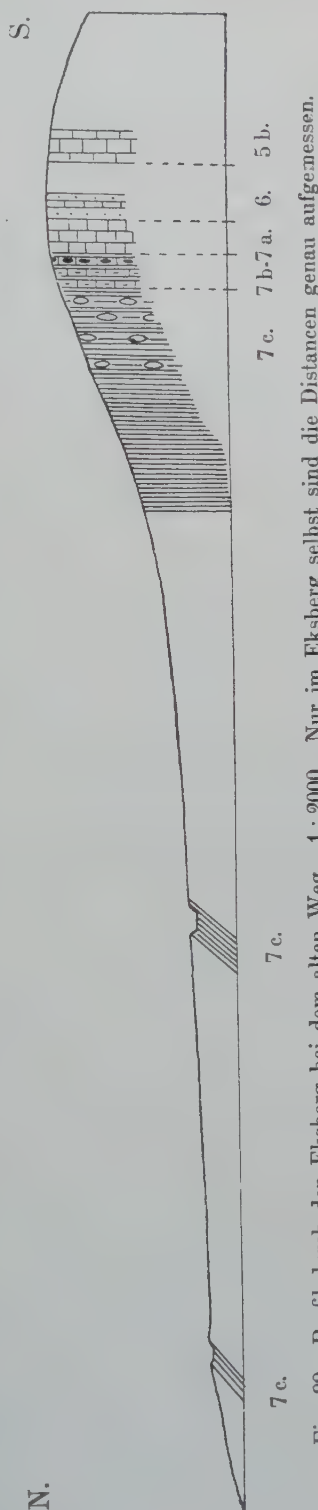


Fig. 99. Profil durch den Eksberg bei dem alten Weg. 1 : 2000. Nur im Eksberg selbst sind die Distancen genau aufgemessen.

Nur die 4 obersten Meter dieser Zone sind im Wege selbst entblösst; gleich im W. findet man aber einen kleinen alten Kalkbruch, wo ich die Mächtigkeit zu 8.5 m. messen konnte. 1 m. hierunter fand ich Kalksandsteinschichten der Etage 6; in einzelnen kalkreicheren Schichten waren *Orthis* sp., *Strophomena expansa*, Sow. und *Meristella* sp. allgemein, also die gewöhnliche Fauna in den obersten Schichten des Unteren Llandovery des Mjøsengebiets. Wahrscheinlich ist also der kompakte *Pentamerus*kalk hier ca. 9 m. mächtig. Die Mächtigkeit des Unteren Llandovery konnte ich hier nicht sicher bestimmen; sie kann höchstens 15 m. sein.

In dem *Pentamerus*kalk fand ich hier kein Exemplar von *Pentamerus oblongus*, Sow.; dagegen sah ich *Halysites* sp., *Favosites Gotlandicus*, L., *Acantholithus asteriscus*, Röm. und *Ptychophyllum* sp.

Die weitere Schichtenfolge ist im Wege gut zu sehen.

Über dem *Pentamerus*kalk liegen erst dickere und dünnere Kalkschichten mit deutlichem, oft reichlichem graugrünem Schiefer, ca. 4 m. mächtig. Keine Fossilien wurden in diesen Schichten gesehen.

Hierüber folgen dünne, knollige Kalkchichten mit reichlichem Schiefer; der Kalk ist oft rötlichgrau. Diese Schichten sind ca. 5.5 m. mächtig und enthalten *Crotalocrinus*-ähnliche Stielglieder.

Dann kommt mit raschem Übergang ein mächtiger Kalkschiefer mit reineren, graptolithenführenden Schieferhorizonten, der die ziemlich steile Nordseite von dem Eksberg bildet und im Wege in einer Mächtigkeit von ca. 60 m. entblösst ist. Der Schiefer ist graugrün bis schwarzgrau oder bräunlich.

Die unteren ca. 20 m. enthalten sparsame, bis 10 cm. dicke Linsen aus fossilienleerem, hell graublauem Kalk. Einige Meter hinauf in diesen Schichten fand ich:

Petalograptus palmeus, Barr.
Monograptus sartorius, Tqu.
Monograptus sp.

Der obere Teil des *Graptolithen*schiefers enthält keine Kalklinsen. In dieser ca. 40 m. mächtigen Schichtenfolge fand ich folgende Formen:

Monograptus crenulatus, Tqu.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus*, Tqu.
Retiolites Geinitzianus, Barr.
Orthoceras sp. Flachgedrücktes, kleines Exempl.

Die graptolithenführenden Schichten stehen hier in dem alten Weg fast senkrecht, und die Einsammlung von *Graptolithen* ist deshalb

schwierig. Viel leichter zu bearbeiten ist das Profil weiter im O. bei dem neuen Weg, das ich deswegen genauer untersucht habe. Die Schichten sind hier den Weg entlang meistens gut aufgeschlossen (Fig. 100).

Über dem Mjøsenkalk ist das Untere Llandovery teilweise zu sehen; die Schichten sind stark invertiert (ca. 50° S. 10° O.) und anscheinend viel mächtiger als weiter im W. bei dem alten Weg und auch bei der Gjøvik Kalkfabrik. Ich konnte folgende Abteilungen unterscheiden (von unten).

1. Grobkörniger, harter, fossilienleerer Quarzsandstein von grauweisser oder hell graugrüner Farbe in dicken Bänken, ca. 10 m.
2. Überdeckt eine ca. 11 m. mächtige, wahrscheinlich dünnschichtigere Schichtenfolge; möglicherweise ist hier eine Verwerfung verborgen, wodurch die Mächtigkeit der Etage grösser erscheint als sie wirklich ist.
3. Graublauer, harter, fossilienleerer Quarzitsandstein in dicken Schichten, ca. 3 m.
4. Dünnere Kalksandsteinschichten und sparsamer, sandiger Schiefer mit einzelnen kalkreicheren, fossilienführenden Schichten besonders oberst.

   Ich fand in diesen ungefähr dieselben Formen wie in entsprechenden Schichten bei dem alten Wege. Anscheinend ca. 8 m. mächtig.

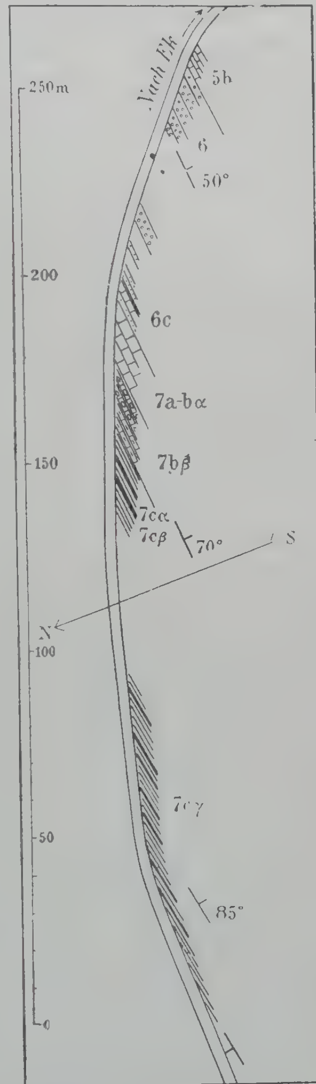


Fig. 100. Kartenskizze der Aufschlüsse im Obersilur bei dem neuen Weg über Eksberg. 1 : 2000.

Die dickeren Linien in 7 c bezeichnen reiche *Graptolithen*-Horizonte.

Das Untere Llandovery scheint also hier ca. 32 m. mächtig zu sein, eine ausserordentlich grosse Mächtigkeit in diesem Gebiet, wo sie gewöhnlich nur 8—10 m. beträgt. Möglicherweise konnte, wie gesagt, im mittleren Teil eine Verwerfung vorhanden sein; aber trotzdem muss die Sedimentbildung auf diesem Punkt grösser

gewesen sein als an den anderen Stellen, wo ich Profile gefunden habe.

Hierüber folgt der *Pentamerus*kalk und der knollige Kalk mit reichlichem Schiefer (7 a—c β) ganz wie im vorigen Profil.

Die nächstfolgende Abteilung 7 c ist im unteren Teil ausgezeichnet aufgeschlossen. Sie besteht aus einem graugrünen, oft dick-plattigen, weichen Kalkschiefer mit einzelnen dünnen Horizonten von schwarzgrauem oder bräunlichem *Graptolithen*schiefer. Dieser ist eisenhaltig, gewöhnlich nicht kalkhaltig und ganz weich. Die *Graptolithen* sind ausgezeichnet, oft plastisch erhalten und kommen oft in Mengen vor. Auch in dem da zwischenlagernden Kalkschiefer kommen sie vor, aber viel sparsamer und schlechter erhalten. Ausser *Graptolithen* enthalten diese Schichten in 7 c sehr wenige Fossilien.

Über die feinknolligen, gewöhnlich schwach rötlichen Kalkschichten mit reichlichem Schiefer, womit die vorige Zone (7 c β) abschliesst, folgt auch hier sofort der *Graptolithen*schiefer in der beschriebenen Entwicklung. 0.5—1 m. und 1.35 m. hinauf fand ich schlecht erhaltene *Graptolithen,* die schwierig zu bestimmen sind; eine Form ist wahrscheinlich *Monograptus priodon,* BRONN., eine andere lässt sich vorläufig nicht sicher bestimmen, *Monograptus* sp.

In einer Höhe von ca. 2.70 m. liegt dann ein reicher Schieferhorizont mit gut erhaltenen *Graptolithen* von folgenden Arten:

Petalograptus palmeus, BARR. Allg.
Monograptus priodon, BRONN. Sehr allg.
Monograptus sp. cf. *cygneus,* TQU. (?).
Monograptus sartorius, TQU. Nicht selten.
Monograptus cf. *resugens,* LNRS. Selten.
Monograptus cf. *turriculatus,* BARR. Fragmente nicht selten.

3.5 m. hinauf fand ich einen neuen Horizont, in welchem *Monograptus priodon,* BRONN. und *Monograptus sartorius,* TQU. ganz allgemein waren.

4.5 m. hinauf kam die schöne, charakteristische Form *Monograptus discus,* TQU. vor. Bald hierauf in einer Höhe von ca. 10 m. im Profil, hört das Profil vorläufig auf, und das Terrain wird überdeckt, bis das Profil wieder zum Vorschein kommt mit Schichten, die ca. 30 m. über 7 b β liegen.

Diese Schichten gehören schon der typischen Zone mit *Monograptus spiralis,* GEIN., var. *subconicus-* TQU. und *Retiolites Geinitzianus,* BARR. an; sie setzen sich weiter fort und sind in einer Mächtigkeit von ca. 25 m.

aufgeschlossen. *Graptolithen* wurden in 7 Horizonten eingesammelt, die besonders im unteren und mittleren Teil reich waren. Die Fauna ist durch diese Schichtenfolge ziemlich unverändert und setzt sich aus folgenden Formen zusammen:

Monograptus priodon, Bronn. Gewöhnlich sehr allg.
Monograptus sp. cf. *cygneus*, Tqu (?). Allg.
Monograptus crenulatus, Tqu. Allg. besonders im oberen Teil.
Monograptus nodifer, Tqu. Selten.
Monograptus sp. cf. *Sedgwicki*, Lockp. Selten in der Mitte.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus*, Tqu. Allg.
Cyrtograptus sp.? In den obersten Schichten.
Retiolites Geinitzianus, Barr. Allg., oft in Mengen.
Hyolithus sp. Oberst.

In den obersten Schichten fand ich nicht *Retiolites Geinitzianus*, Barr.; hier scheint *Monograptus crenulatus*, Tqu. allgemeiner als weiter unten, und es kommen Fragmente einer Form vor, die möglicherweise ein *Cyrtograptus* ist. *Monograptus spiralis*, Gein. tritt jedoch auch in den oberen Schichten auf, und es ist noch zweifelhaft, welche Bedeutung diese angedeutete Veränderung der *Graptolithen*fauna hat.

Die obersten dieser Schichten stehen fast senkrecht (ganz schwach invertiert). Hierüber sind noch Schichten von einem ähnlichen Kalkschiefer entblösst in 5—6 m. Er enthält aber feine Knollen von rötlichem Kalk und härtere tonhaltige Platten mit feinen Glimmerblättchen. Ich fand hier einige Fossilienspuren wie *Calymene* sp. und feine Stielglieder von *Crinoiden*. Diese Schichten zeigen ein N-liches Einfallen, erst steil dann schwächer. Sie haben wie auch der graugrüne weiche Kalkschiefer in den graptolithenführenden Schichten bedeutende Ähnlichkeit mit der Entwicklung einzelner Teile von 7 c auf Hadeland. Das Terrain fällt jetzt schwach ab, und das Profil hört hier am Wege auf.

Westlich von diesen beiden geschilderten Profilen habe ich den Nordabhang des Eksberg kurz untersucht, um möglicherweise noch jüngere Schichten zu finden. Das Terrain ist stark überdeckt, so dass man schwerlich vollständige Profile hier auffinden wird. Wo der kleine Weg von Fjeld auf den Eksberg hinauf führt, fand ich gleich oberhalb (S. von) des flachen, sumpfigen Wiesenland Schichten anstehend, die sicher über 7 c liegen. Sie stehen fast senkrecht (85° gegen N) und bestehen aus dicken Schichten und Bänken von einem grauen Kalksandstein mit zwischenliegendem Sandsteinschiefer; beide enthalten feine Glimmer-

blättchen. Diese Schichten sind nicht in grösserer Mächtigkeit aufgeschlossen (10—12 m.?). Unterhalb liegt graugrüner Tonschiefer, erst sehr reichlich, dann mit Kalksandsteinplatten abwechselnd, in einer Mächtigkeit von einigen Metern. Weiter im S. wird das Terrain überdeckt, bis höher hinauf auf den Abhang erst der *Pentamerus*kalk und endlich der Mjøsenkalk hinaufragt. Die oberste Schichtenfolge mit Kalksandsteinplatten liegt hier nach einem flüchtigen Anschlag wahrscheinlich 80—100 m. über dem *Pentamerus*kalk.

Diese Beobachtung ist, wie wir später sehen werden, speziell mit Hinsicht auf die Schichtenfolge im Brumunddal, von Wichtigkeit. Die obersten Schichten haben Ähnlichkeit mit dem unteren Teil des Wenlock auf Hadeland und können sicherlich hiermit parallelisiert werden.

Ich habe bis jetzt die stratigraphischen Verhältnisse in dem steilen Nordabhang des Eksberg geschildert. Weiter gegen N. ist, wie gesagt, das Terrain ziemlich flach und gewöhnlich ganz überdeckt. 50—60 m. N.-lich von dem Profil in dem alten Wege über den Eksberg findet sich jedoch an dem neuen Wege der eine der früher (Pag. 413) angeführten kleinen Aufschlüsse, indem nämlich hier Schiefer für die Wegdecke ausgegraben ist.

Die Schichten fallen in diesem Aufschluss ca. 50° gegen N. und bestehen aus einem ähnlichen, weichen, graugrünen dickplattigen Kalkschiefer wie in dem früher geschilderten Profile von 7 c. Einige Schichten sind dunkler, oft bräunlich und regelmässiger schiefrig. *Graptolithen* sind hier nicht selten, besonders in den dunkleren Schichten, und oft gut erhalten. Ich habe von hier folgende Formen eingesammelt:

Monograptus priodon, Bronn, Allg.
Monograptus crenulatus, Tqu. Allg.
Monograptus nodifer, Tqu. Nicht selten.
Monograptus cf. *leptotheca,*Lpw. Nicht selten.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus,* Tqu. Selten.
Cyrtograptus sp.? Selten.
Retiolites Geinitzianus, Barr. Nicht allg.

Die Fauna in diesem Horizont stimmt gut mit derjenigen im oberen Teil der *Retiolites*-Zone an dem neuen Wege über den Eksberg überein, und die Schichten müssen deshalb mit den entsprechenden Schichten in jenem Profil parallelisiert werden. S.-lich von diesem Aufschluss geht somit die grosse Verwerfung, die von Lodviken in W.-licher Richtung entlang der Nordseite vom Eksberg sich erstreckt.

Geht man den Weg noch weiter gegen N., trifft man gerade, wo der Wald aufhört, einen neuen ganz kleinen Aufschluss, in welchem die

Schichten ungefähr dasselbe Einfallen wie im vorigen haben und auch eine ähnliche sedimentäre Beschaffenheit zeigen. Keine *Graptolithen* wurden hier gefunden, dagegen eine sparsame Fauna von kleinen *Beyrichien* und einer kleinen *Leptaena*, die nur als Abdrücke vorkamen. Diese Schichten liegen, wenn keine Verwerfungen vorkommen, ca. 80 m. über dem vorigen Aufschluss. Da aber solche sehr gut vorhanden sein können, ist hierauf nicht viel Gewicht zu legen, sie repräsentieren vielleicht sogar den obersten Teil dieser Schichtenfolge, und sind somit aller Wahrscheinlichkeit nach älter als die dicken Kalksandstein-Bänke etc., die ich als unteres Wenlock betrachte. Wenn man nun, von dem Profil im nördlichen Teil des Eksberg ausgehend, die Abteilung 7 c zu 80—100 m. anschlägt, muss man annehmen, dass Verwerfungen mit Einsinken der südlichen Stücke auch zwischen den zwei letzt besprochenen Aufschlüssen vorhanden sind. Hierdurch wäre die anscheinend grosse Mächtigkeit leicht zu erklären.

Hierüber ist alles überdeckt, bis man, wie schon geschildert, auf der N.-Seite der Mulde den *Pentamerus*kalk wieder antrifft.

Da diese Profile auf Helgø die wichtigsten für die Kenntnis der obersilurischen Schichtenfolge sind, will ich sofort einen kurzen Rückblick auf die Schichtenfolge geben:

6. Harter Quarzsandstein mit dünneren Kalksandstein-Schichten, oberst fossilienführende, kalkreichere Schichten; die Mächtigkeit variiert von 15—30 m. (?).

7 a-b α. Der kompakte *Pentamerus*kalk, ca. 9 m.

7 b β. Knollige Kalkchichten mit reichlichem Schiefer, 9—10 m.

7 c. Weicher, dickplattiger Kalkschiefer mit dunkleren, reichen *Graptolithen*horizonten, die oberst fehlen, 80—100 m. Die unteren 20 m. enthalten grosse, sparsame Kalkknollen. Folgende *Graptolithen*zonen können vorläufig unterschieden werden:

- 7 c α. Die Zone mit *Monograptus turriculatus*, BARR. und *Petalograptus palmeus*, BARR. 3—4 m.
- 7 c β. Die Zone mit *Monograptus discus*, TQU. Mächtigkeit noch unbekannt, vielleicht 16—17 m. Bei dem neuen Wege ist nur der unterste Teil aufgeschlossen; vorläufig wird angenommen, dass der untere ca. 20 m. mächtige Teil die Zonen 7 c α—β repräsentiert.
- 7 c γ. Die Zone mit *Monograptus spiralis*, GEIN. var. *subconicus*, TQU. und *Retiolites Geinitzianus*, BARR. ca. 35 m.
- 7 c δ. Die obersten Schichten des Kalkschiefers, teilweise mit Kalkknollen, ca. 30 m.? Noch wenig bekannt.

8 a. Bänke und dünnere Schichten aus Kalksandstein mit Schieferhorizonten. Bis jetzt sind in diesen keine Fossilien gefunden. Vielleicht in einer Mächtigkeit von 15—20 m. aufgeschlossen.

III. Das Profil bei Gaalaas in Nes (Bergsaas).

Wie die Karte zeigt, bildet der Mjøsenkalk in Nes ein nicht unbedeutendes Feld, das in der Streichenrichtung der Vorkomnisse gleich südlich von Gjøvik liegt. Es fängt beim Furnesfjord ganz schmal an und verbreitet sich stark gegen WSW. Diese hochliegende, aus mehreren Höhenrücken bestehende Gegend, die Kjerulf als Bergsaas bezeichnet, ist teils bewaldet, teils angebaut, und wird von einem teilweise neu angelegten Fahrweg durchschnitten. Man sieht bei diesem, dass der Mjøsenkalk nicht eine einzelne Mulde bildet, sondern in mehreren Falten liegt. Obersilurische Schichten sind deshalb hier schwerlich in grösserer Mächtigkeit zu erwarten.

Am Wege fand ich nur bei Gaalaas obersilurische Schichten aufgeschlossen. Der Weg ist hier umgelegt und geht östlicher als auf der Karte angegeben; hierdurch ist ein sehr gutes Profil durch den oberen Teil des Unteren Llandovery und den überliegenden *Pentamerus*-Kalk aufgeschlossen worden. Die Schichten haben ein schwaches Einfallen gegen S.

Vom Unteren Llandovery ist der obere Teil in einer Mächtigkeit von ca. 4 m. zu sehen und besteht aus dicken Bänken und dünneren Schichten von hartem, graublauem und bräunlichem Kalksandstein mit sehr sparsamem Tonschiefer, der selten deutlich zu sehen ist. Im obersten Teil ist der Schiefer etwas reichlicher. Einzelne Schichten sind kalkreich und enthalten zahlreiche Fossilien, die jedoch durchgehends nicht gut erhalten sind.

In einer graugelben, kalkreichen Kalksandsteinschicht, 0.25 m. unter der oberen Grenze, fand ich *Orthis*, sp,, *Strophomena expansa*, Sow. und *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. Alle 3 Formen kamen allgemein vor.

0.5 m. hinab fand ich eine ähnliche graublaue Schicht mit *Ptychophyllym* sp. (selten), *Strophomena expansa*, Sow. (allg.) und *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. (allg. in Fragmenten).

In einer dicken Schicht aus graublauem Kalksandstein, 2.3 m. hinab, waren *Strophomena expansa*, Sow. und *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. allgemein. Hier kamen auch *Favosites asper*, d'Orb. und *Illaenus* sp. selten vor. Die letztere Form fand ich leider nur in unbestimmbaren Fragmenten. Wie man sieht, ist die Fauna auch hier arm und einförmig.

Über diese Kalksandsteinfacies folgt nun mit plötzlichem Übergang der *Pentamerus*kalk. Unterst 3 m. dichtliegende, ziemlich dünnknollige Kalkschichten mit geringen Spuren von bräunlich verwitterndem Schiefer. Hierüber dickere Kalkschichten von dunkel graublauem Kalk, ohne hervortretenden Schiefer, in einer Mächtigkeit von 6–7 m. Der *Pentamerus*kalk ist also hier wenigstens 9—10 m. mächtig. Die weitere Schichtenfolge ist nicht zu sehen.

IV. Das Profil auf Furuberg.

Auf der Ostseite des Furnesfjord gleich oberhalb Bergsaas liegt Furuberg, eine schon längst bekannte Lokalität für den obersten Teil des Untersilurs, der hier besonders durch den langen Eisenbahnschnitt prachtvoll aufgeschlossen ist. In einer früheren Arbeit habe ich die untersilurische Schichtenfolge, die in einer teilweise regelmässigen Mulde liegt, kurz geschildert. Dass sicher obersilurische Schichten hier vorkommen, wusste ich damals nicht.

Der Mjøsenkalk zeichnet sich hier durch seine ausserordentlich mächtige und kompakte Kalkfacies aus.

Unterst liegt eine ca. 20 m. mächtige Schichtenfolge aus dicken Bänken von hartem Kalksandstein, sandigem Kalk und gewöhnlich dunklem, krystallinischem *Crinoiden*kalk; hier und da finden sich dünner geschichtete Zonen. Besonders bezeichnend für diese Schichten sind im Furuberg Kalkbänke angefüllt mit den kleinen Knollen von *Solenopora compacta*, var. *Peachii*, Nich. & Eth. Auch eine verzweigte *Monticulipora* sp. und *Rhynchonella borealis*, Schl. var. bilden reiche Formationen. Im obersten Teil fand ich eine reiche *Stromatoporen*-Schicht.

Hierüber folgen dicke Bänke von dichtem, seltner etwas krystallinischem Kalk in einer Mächtigkeit von 55—60 m. Der Kalk ist schwarzblau, hellgrau, rotbraun oder grünlich; besonders in den oberen 25 m. ist er rein (bis 100 %) und zur Kalkfabrikation sehr geeignet; eine in den letzten Jahren hier angelegte Kalkfabrik hat gleich oberhalb der Eisenbahnlinie sehr bedeutende und interessante Profile hervorgebracht. Dieser mächtige Kalk ist merkwürdig fossilienarm; ich habe bis jetzt trotz eifrigem Suchen nur kleine *Solenopora*-Knollen, feine Stielglieder von *Crinoiden*, Durchschnitte von *Gastropoden* und eine *Atrypa*(?) sp. gefunden. Diese letzte Form tritt ab und zu häufig auf.

Der Mjøsenkalk hat somit hier eine Mächtigkeit von 75 80 m.

In dem oberen Teil des grossen Kalkbruches sind die oberen Bänke des Mjøsenkalks entblösst; sie liegen hier im Centrum der Mulde fast flach und fallen nur schwach gegen O. ein. Oberhalb des Kalkbruches steigt das Terrain erst sehr schwach empor; bald hebt es sich aber steiler und bildet mehrere kleine Felswände, in denen obersilurische Schichten zum Vorschein kommen.

Unterst findet man hier in geringer Mächtigkeit aufgeschlossen eine Schichtenfolge aus dünneren und dickeren, gewöhnlich fossilienleeren Kalksandsteinschichten, kalkreicheren, fossilienführenden Schichten und sparsamem, sandigem Schiefer. Es sind dies die 2—3 obersten Meter des Unteren Llandovery. Die fossilienführenden Schichten bestehen aus sandigem, ab und zu krystallinischem, unreinem Kalk, oft einem vollständigem Fragmentkalk. Oberst fanden sich dicke Kalksandstein-Schichten mit dünnen Zonen von *Orthis* sp. und *Slrophomena expansa*, Sow. Ich fand folgende Fossilien:

Ptilodictya sp.
Orthis sp. Allg., in einer Schicht in Mengen.
Strophomena expansa, Sow. Oft in Mengen in sowohl grossen, flachen als kleinen, gewölbten Formen.
Rhynchonella 10-plicata, Sow. Ab und zu in Mengen.
Rhynchonella sp.
Meristella sp. Allg. in einer Schicht.

Die Mächtigkeit des Unteren Llandovery konnte ich nicht genau bestimmen; sie ist nicht gross, wahrscheinlich 8—11 m.

Direkt über diese Schichten folgt der *Pentamerus*-Kalk. Seine untersten Schichten (1 m.) bestehen aus dichtgepackten, unregelmässigen Schichten von grauem Kalk, der gewöhnlich feine weisse und gelbliche Stielglieder von *Crinoiden* enthält. Sonst fand ich folgende Fossilien:

Halysites sp.
Favosites Gotlandicus, L. } Nicht selten.
Favosites maximus, Qu. } Nicht selten.
Pentamerus oblongus, Sow. Selten.
Leperditia abbreviata, Fr. Schm.
Calymene sp.
Cheirurus bimucronatus, Murch.
Bellerophon sp. Fragment einer riesenhaften Form.

Hierüber ist die Schichtenfolge erst überdeckt, kommt aber bald in einer kleinen Felswand wieder zum Vorschein; sie besteht hier wie tiefer unten aus meist knolligen, dünnen Kalkschichten, enthält aber auch dicke und ebene. Sowohl diese als noch höhere Schichten, die oberhalb der Wand zum Vorschein kommen, scheinen sehr fossilienarm zu sein; ich sah nur *Halysites* sp. und einen *Orthoceras*. Diese Schichtenfolge von *Pentamerus*kalk ist hier in einer Mächtigkeit von wahrscheinlich 10—11 m. entblösst. Oberst begann Schiefer sich einzufinden zwischen den Kalkschichten. Es scheint mir unwahrscheinlich, dass noch jüngere Schichten in Furuberg vorkommen.

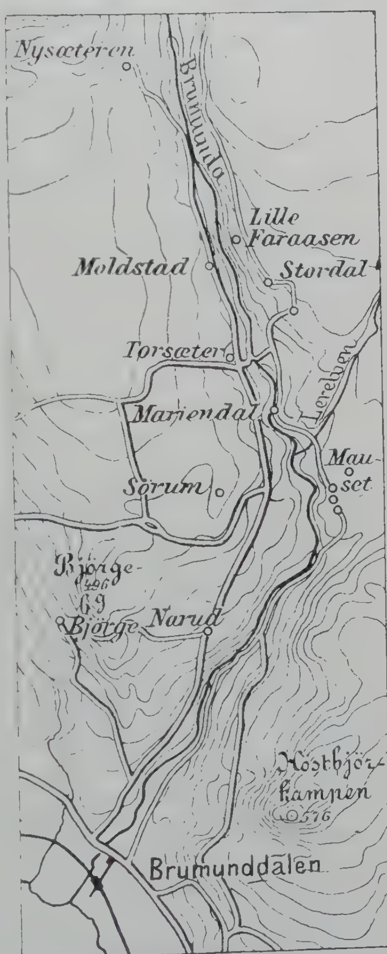


Fig. 101. Kartenskizze vom Brumunddal. 1 : 100 000.

V. Die Profile im Brumunddal.

In unserer paläontologischen Sammlung liegen mehrere Proben des obersilurischen *Graptolithen*schiefers im Brumunddal, die schon vor vielen Jahren von TH. KJERULF und O. E. SCHIØTZ (1885) eingesammelt sind. Über diese Funde ist aber nichts publiciert worden; ja das obersilurische Alter dieser Schichten war wohl noch nicht erkannt; denn auf der geologischen Karte Aamot vom Jahre 1887 ist nur Untersilur angeben. Erst K. O. BJØRLYKKE machte in seiner Arbeit von 1904 aufmerksam auf die interessante Entwicklung des Obersilurs, die hier vorhanden ist. Durch meine leider zu kurzen Untersuchungen habe ich die Ansichten von BJØRLYKKE über die Schichtenfolge teils bestätigen können, teils jedoch in wesentlichen Punkten korrigieren müssen.

Über die allgemeinen geologischen Verhältnisse im Brumunddal kann ich nichts Neues mitteilen; in dieser Hinsicht weise ich auf die Arbeiten von TH. KJERULF, BÄCKSTRÖM und BJØRLYKKE hin. Hier will ich nur hervorheben, dass Brumunddal, das in den Furnesfjord NW.-lich von Hamar ausmündet, ein ausgesprochenes Verwerfungstal ist. Die grosse

NO.-liche Verwerfung, die NW.-lich von Solbergaas über die Neshalbinsel läuft, setzt sich im unteren Teil des Brumunddal fort. Im SO. stehen hier Quarzsandstein und ähnliche Schichten, die als ältestes Kambrium anzusehen sind; im NW. dagegen erst der Brumunddalsandstein, der wahrscheinlich hoch obersilurisch und devonisch ist, und dann ein typischer Rhombenporphyr. Das Stück im NW. ist somit tief eingesunken. Diese grosse Verwerfungslinie setzt sich nach NO. fort, während Brumunddal bald in nördliche Richtung abbiegt; hier im oberen Teil folgt Brumunda einem N.-lichen System von Verwerfungen, die ich bei der Brücke nach Torsæter deutlich nachweisen konnte. Bäckström nimmt an, dass der Rhombenporphyr von den umgebenden Silurschichten im W. und NW. durch grosse Verwerfungen geschieden ist. Die Verwerfungslinien können aber nicht genau angegeben werden, bis man die Silurschichten hier eingehender studiert hat.

Der beste Ausgangspunkt für das Studium der obersilurischen Schichtenfolge sind bis jetzt die Profile bei der Brücke nach Torsæter, 8—9 Km. von der Station Brumunddal. Sie sind von Bjørlykke bechrieben, aber wie ich zeigen werde, nicht ganz richtig aufgefasst worden. Auf der O.-Seite von Brumundal findet man in einer steilen Felswand einen dichtknolligen Kalk sehr schön aufgeschlossen, der von einer Zone mit Kalksandsteinschichten unterlagert wird. Aus dieser Schichtenreihe wurden einige Fossilien von Bjørlykke eingesammelt und von mir damals bestimmt. Leider war in dieser Sammlung nicht genau darauf geachtet, aus welchen Schichten die einzelnen Stücke eingesammelt waren. Ich kam deshalb mit Rücksicht auf das Alter der Schichten zu ein nicht ganz richtigen Resultat, indem ich fand, dass die Fossilien auf ein oberes Niveau der Etage 6 hinwiesen. Meine neuen Untersuchungen haben mir nun gezeigt, dass dies nur mit den untersten Schichten der Fall ist, während die hauptsächliche Mächtigkeit aus dem *Pentamerus*kalk besteht.

Die Schichten bilden in diesem Profil einen schwachen Sattel. Unterst liegen dicke Bänke und Schichten von hartem, grauem bis rötlichem Kalksandstein mit Glimmerblättchen und dickere und dünnere Schichten von hartem, graublauem Kalk. In diesen letzteren und in dünnen Streifen der Kalksandsteinschichten finden sich zahlreiche *Brachiopoden*schalen, nämlich:

Strophomena expansa, Sow. Kleine Var. In Mengen.
Strophomena sp. Selten.
Meristella sp. Nicht allg.
Rhynchonella 10-plicata, Sow. Allg.

Encrinurus sp. Selten.
Leperditia Hisingeri — abbreviata, F. SCHM. Selten.

Diese Schichten, die in einer Mächtigkeit von ca. 1.3 m. zu sehen sind, bilden die obersten Schichten des Unteren Llandovery (Etage 6) in ganz derselben Entwicklung wie in den übrigen Profilen beim Mjøsen.

Hierüber folgen dichtknollige Kalkschichten, 11—12 m. mächtig. Der Kalk ist grau bis schwach rötlich, dicht oder etwas krystallinisch, oft bistuminös und enthält gewöhnlich feine *Crinoiden*stielglieder. Die Schichten sind 2—4 cm. dick, durchgehends knollig, selten ebener, und oberst etwas dicker als unten. Der Schiefer ist nur in den untersten Schichten merkbar. Diese Kalkzone ist gewöhnlich sehr fossilienarm; nur in den untersten Schichten kommen Fossilien häufiger vor; ich fand in diesen eine Reihe von Formen, denen ich auch die früher von BJØRLYKKE eingesammelten hinzufüge, nämlich:

Stromatopora sp.
Favosites Gotlandicus. L. Selten.
Favosites maximus, QU. Selten.
Favosites Hisingeri, EDW. & H. Selten.
Acantholithus asteriscus, F. RÖM.
Ptychophyllum sp. Mehrere Fragmente.
Feine *Crinoiden*stielglieder. Sehr allg.
Stictopora Malmöensis, TH. KJERULF. Mehrere Expl.
Orthis sp. Selten.
Strophomena sp. Selten.
Atrypa reticularis, L. Allg.
Illaenus longispinosus, KLÆR (now. sp.). Selten.
Encrinurus punctatus, BRÜNN. Selten.
Leperditia abbreviata, F. SCHM. Selten.

Obwohl *Pentamerus oblongus,* SOW. nicht gefunden wurde — er ist oft beim Mjøsen sehr selten —, zeigen doch die übrigen Formen, besonders *Illaenus longispinosus,* KLER und die *Leperditia,* dass diese Schichten ganz sicher den *Pentamerus*kalk darstellen.

Auf der W.-Seite findet man nun, wie BJØRLYKKE angibt, zwei kleine Schollen desselben *Pentamerus*-Kalks; BJØRLYKKE andeutet. dass sie durch eine N—S.-liche Verwerfung, die dem Brumundal folgt. von der Steilwand der Ostseite geschieden sind. Hiermit bin ich ganz einverstanden. Sie liegen dicht an den *Graptolithen*-Schiefer angelehnt, der die steile Talseite hier bildet. Die N.-liche ist deutlich durch eine

Verwerfung vom Schiefer geschieden; die südliche, in der die Schichten einen kleinen Sattel bilden, liegt scheinbar unter dem Schiefer, und Bjørlykke meint, dass man hier die ungestörte Schichtenfolge von dem knolligen Kalk bis zu dem *Graptolithen*-Schiefer habe. Eine genauere Untersuchung zeigte mir aber, dass auch hier eine Verwerfung zwischen Kalk und Schiefer vorhanden ist.

Dass diese Betrachtung die richtige sie, deutet auch ein Vergleich mit der vollständigen Schichtenfolge auf Helgø an. Hier bei der Torsæterbrücke gehört nämlich der *Graptolithen*-Schiefer, der scheinbar direkt über den kompakten *Pentamerus*kalk folgt, nicht dem untersten Teil der Schichtenfolge an. Durch eine N—S.-liche Verwerfung mit Einsinken des W.-lichen Stückes sind hier jedenfalls die Zonen 7 b β und 7 c α zum Verschwinden gebracht

Der *Graptolithen*-Schiefer ist hier ein teils dunkelgrauer, teils rötlicher Tonschiefer mit einzelnen Platten von rötlichem Kalksandstein; er ist härter und stärker gepresst als auf Helgø und bei Gjøvik.

Bjørlykke rechnet eine ganze Reihe von Graptolithen auf, die hier von ihm eingesammelt und teilweise von Törnquist bestimmt wurden. Um die hier auftretenden Zonen genauer zu bestimmen habe ich seine Sammlung durchgesehen. Die typische Zone mit *Monograptus discus*, Tqu. (7 c β) ist in dem kleinen Schieferbruch dicht bei der Brücke aufgeschlossen, wo ich selbst mehrere Formen gefunden habe. Sicher von hier stammen:

Monograptus priodon, Bronn.
Monograptus crenulatus, Tqu.
Monograptus cf. *Becki*, Barr.
Monograptus discus, Tqu.
Monograptus sartorius, Tqu.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus*, Tqu. Selten, warscheinlich oberst.
Monograptus cfr. *continens*, Tqu.
Aptychopsis, sp.

Aus der Zone 7 c γ stammt eine Reihe von Formen, wahrscheinlich etwas weiter in S. eingesammelt wie die allgemeinen *Monograptus priodon*, Bronn., *M. crenulatus*, Tqu. und *Retiolites Geinitzianus*, Barr. Die folgenden sind unsicher, vielleicht doch aus 7 c β:

Monograptus nudus, Lpw.
Monograptus proteus, Barr.
Monograptus exiguus, Nich.
Monograptus dextrorsus, Lnrs.

Genauere Untersuchungen sind hier nötig und werden wahrscheinlich interessante Resultate geben.

Dr. Bjørlykke hat mir auch eine andere kleine Samlung von *Graptolithen* übergeschickt, die bei dem Hofe Grini in Veldre eingesammelt ist[1]. Hierin finden sich die folgenden Formen:

Monograptus priodon, Bronn. Allg. *Monograptus* sp. *Monograptus Sedgwicki*, Portl. Allg. *Monograptus spiralis*, Gein. var. *subconicus*, Tqu. Selten. *Retiolites Geinitzianus*, Barr.

Interessant ist das Vorkommen von *Monograptus Sedgwicki*, Portl., von welchem ich ein etwas zweifelhaftes Exemplar in dem *Retiolites*-schiefer auf Helgo gefunden habe. Sehr wichtig ist hierdurch der Nachweis von Obersilur in W. von dem Porphyr und Sandstein in Brumunddal.

Nach Proben zu urteilen, die in den80-er Jahren von Th. Kjerulf und O. E. Schiotz eingesammelt sind, kommt obersilurischer *Graptolithen*-schiefer auch N.-lich von Torsæter zwischen Moldstad, Lille Faraasen und Stordal vor. Diese Lokalität liegt ungefähr in der Streichenrichtung derjenigen bei Grini. Alle diese Funde zeigen, dass eine nähere Untersuchung der ganzen Gegen von grosser Bedeutung wäre.

Ungefähr $^3/_4$ Km. S.-lich von der Brücke nach Torsæter fand Bjørlykke bei Mariendal Schichten, die er als einen Übergang zwischen dem *Graptolithen*-Schiefer bei Torsæter und dem Brumunddalsandstein ansieht. Sie sind am Wege sehr gut aufgeschlossen und bestehen aus dünnen bis sehr dicken Schichten von einem rötlichen, feinen Kalksandstein, die mit rötlichem, gewöhnlich mit feinen Glimmerblättchen versehenem Schiefer abwechseln. In diesem Schiefer hat Bjørlykke schlecht erhaltene *Graptolithen* gefunden, nämlich: *Monograptus priodon*, Bronn. *Monograptus crenulatus*, Tqu. *Retiolites Geinitzianus*, Barr.

Sie sind alle hier sehr selten. Die Schichten liegen in einer schwachen Mulde und streichen im südlichen Teil ungefähr nach NW.; auf der W.-Seite vom Brumundal findet man sie wieder, wo sie nach Bjørlykke einen Sattel bilden, der also S.-lich von der Mulde bei Mariendal folgt. Nach oben bekommen sie eine grauere Färbung und gehen nach S. in einen feinkörnigen, rötlichen Sandstein über, der den unteren Teil des echten Brumunddal-Sandsteins bilden soll.

Hiermit meint Bjørlykke den Beweis dafür geliefert zu haben, dass die *Graptolithen*führenden Schichten bei Mariendal den unteren Teil des Brumunddal-Sandsteins darstellen. Ich glaube,

[1] Eine kleine Mitteilung hiervon wird Dr. Bjørlykke in „Norsk geolog. Foren. Tidsskrift". Hefte 3, geben.

dass diese Ansicht richtig ist, dass sie in den echten Sandstein übergehen, und dass somit auch der obere Teil des Obersilurs beim Mjøsen eine ganz andere Faciesentwicklung zeigt als weiter im S. Jedoch können die Schichten bei Mariendal nicht als ein Teil des Sandsteins angesehen werden; sie müssen als eine eigene Abteilung ausgesondert werden, die sicherlich einen grösseren oder kleineren Teil des Wenlock repräsentiert. Bjørlykke meint, dass der *Graptolithen*schiefer bei Torsæter dem *Monograptus*-Schiefer auf Malmø entspricht; dies ist aber nicht richtig; er ist bedeutend älter und muss mit dem oberen Teil der Zone 7 c auf Malmø parallelisiert werden. Die Schichten bei Mariendal, die sehr spärliche *Graptolithen* enthalten, können mit den Schichten (8 a α) des *Monograptus*-Schiefers im Kristianiatal parallelisiert werden, die noch ganz vereinzelte Exemplare von *Retiolites* enthalten.

Das Wenlock beginnt somit beim Mjøsen mit einer wahrscheinlich mächtigen Abteilung mit dünnen bis dicken Schichten aus feinem Kalksandstein und mehr oder weniger reichlichem Schiefer, ungefähr wie auf Hadeland. Im unteren Teil treten noch *Graptolithen* auf. Wie hoch in das Wenlock hinauf diese Facies geht, wissen wir noch nicht; sie geht nach oben allmählich in den mächtigen Brumunddal-Sandstein über, der von roter und gelber Farbe ist. In diesem sind bis jetzt keine Fossilien gefunden. Ihre Bildung muss wahrscheinlich im mittleren und oberen Wenlock angefangen haben; denn man kann schwerlich annehmen, dass die Schichtenfolge bei Mariendal Wenlock repräsentiert. Dies natürlich unter der Voraussetzung, dass das Profil von Bjørlykke richtig aufgefasst worden ist.

Wichtig für die Beurteilung des Alters des Brumunddal-Sandsteins ist nun auch sein Verhältnis zu dem Porphyr. Dies ist wohl nicht ganz klar; Bäckström, der die genauesten Studien hierüber gemacht hat, meint, dass der Porphyr den Sandstein überlagert, ohne dass er dies direkt durch Profile beweisen kann. Wichtiger ist der genaue petrographische Vergleich zwischen dem Rhombenporphyr im Brumunddal und demjenigen im Kristianiatal. Sie stimmen beide ganz überein und müssen deshalb als gleichalterig betrachtet werden. Da nun auf beiden Stellen in naher Verbindung mit dem Rhombenporphyr ein ähnlicher Sandstein auftritt, meint Bäckström, dass diese Sandsteine auch das gleiche Alter haben müssen.

Diese Auffassung scheint gut begründet zu sein; sie spricht aber natürlich nur das devonische Alter für den oberen Teil des Sandsteins aus und widerspricht nicht der Ansicht, dass sein unterer Teil obersilurisch ist.

Die obersilurische Schichtenfolge beim Mjøsen.

Nach den hier geschilderten Profilen will ich zuletzt eine kurze Zusammenfassung der obersilurischen Schichtenfolge beim Mjøsen geben. Die Profile stimmen miteinander so gut überein, dass die einheitliche Faciesentwicklung des Obersilurs beim Mjøsen klar hervortritt, eine Entwicklung, die merkwürdig scharf von derjenigen in den anderen Gebieten abweicht, obwohl man auf Hadeland in mehreren Beziehungen einen Übergang findet.

Unteres Llandovery (Etage 6).

Über den Mjøsenkalk folgt mit plötzlichem Übergang das Untere Llandovery in einer grobklastischen Faciesentwicklung, die am meisten Ähnlichkeit hat mit derjenigen auf Hadeland, aber durch ihre geringe Mächtigkeit überrascht; bei der Gjøvik Kalkfabrik wurde die ganze Etage zu 8—9 m. gemessen; in Furuberg wurde sie zu 8—11 m. angeschlagen. Auch auf Helgø hat sie in dem Profil bei dem alten Wege über Eksberget eine ähnliche Mächtigkeit, während sie bei dem neuen Wege bedeutend mächtiger, nämlich ca. 32 m., erscheint. Es scheint sicher, dass sie hier mächtiger als auf den anderen Lokalitäten ist; teilweise kann aber diese scheinbar grosse Mächtigkeit durch eine Verwerfung erklärt werden.

Überall wo die Schichtenfolge deutlich zu sehen ist, kann man folgende Abteilungen unterscheiden.

1. Unterer Quarzsandstein. Ein grobkörniger, fossilienleerer Quarzsandstein von heller, oft graugrüner Farbe in dicken Bänken. Bei der Gjøvik Kalkfabrik nur 1.3 m. mächtig, bei dem neuen Wege über den Eksberg (Helgø) vielleicht 10 m.
2. Dünnere Kalksandsteinschichten mit sparsamem Schiefer, ohne Fossilien. Bei Gjøvik ca. 2 m., auf Eksberg überdeckt; aber scheinbar ca. 11 m.
3. Oberer Quarzsandstein. Ein meistens blaugrauer, oft grobkörniger Quarzsandstein ohne Fossilien in dicken Bänken. Bei Gjøvik 1.6 m., auf Eksberg vielleicht ca. 3 m.
4. Dünnere Kalksandsteinschichten mit sparsamem Schiefer. Bei Gjøvik ca. 3.2 m., auf Eksberg vielleicht ca. 8. Diese oberste Abteilung enthält besonders im oberen Teil kalkreichere, fossilienführende Schichten. Die Fauna in diesen ist sehr arten-

arm, aber in einzelnen Schichten sehr individuenreich. Bis jetzt sind folgende Formen nachgewiesen:

Favosites asper, D'ORB. Sehr selten.
Ptychophyllum sp. Sehr selten.
Orthis sp. Stellenweise allg.
Strophomena expansa, SOW. In Mengen, formationsbildend.
Strophomena sp. Sehr selten.
Leptaena transversalis, DALM. Grosse Var.
Rhynchonella sp.
Rhynchonella 10-plicata, SOW. Teilweise sehr allg.
Meristella sp. Nicht allg. oberst.
Ptilodictya sp. Selten.
Illaenus sp. Sehr selten.
Encrinurus sp. Sehr selten.
Leperditia Hisingeri-abbreviata, F. SCHM. Sehr selten oberst.

Allgemein, teilweise in Mengen kommen somit nur *Orthis* sp., *Strophomena expansa*, SOW. und *Rhynchonella 10-plicata*, SOW. vor. Reste dieser Tiergesellschaft wird man immer besonders in den obersten Schichten direkt unter dem *Pentamerus*-Kalk finden; also ganz wie auf Hadeland. Dieser fossilienführende oberste Horizont muss nach der Fauna mit dem obersten Teil der Zone 6 c und vielleicht dem untersten Teil der Zone 7 a auf Ringerike parallelisiert werden. Eine nähere Zoneneinteilung der Etage kann wegen Mangels an Fossilien nicht gemacht werden. Die besten Profile sind bei der Gjøvik Kalkfabrik, in Eksberg auf Helgø und bei Golaas auf Nes.

Oberes Llandovery (Etage 7).

7 a—b α. Der *Pentamerus*kalk. Mit raschem Übergang folgt nun ein gewöhnlich hellgrauer, oft bituminöser Kalk in knolligen, dichtliegenden Schichten, die kompakte Bänke bilden. Oft enthalten die untersten Schichten merkbaren Schiefer. Die Mächtigkeit ist verschieden und schwankt zwischen ca. 6 und ca. 12 m.; durchgehends vielleicht 10 m. Fossilien treten in sehr verschiedener Häufigkeit auf und scheinen besonders im oberen Teil nach NO. hin immer sparsamer zu werden. Korallen treten lokal ziemlich zahlreich auf, ebenso *Pentamerus oblongus*, SOW., der stellenweise im NO. schwierig oder gar nicht zu finden ist. Ich kann folgende Formen anführen:

Stromatopora sp. Nicht selten.
Halysites sp. Nicht selten.
Favosites Gotlandicus, L. Stellenweise allg.
Favosites maximus, Qu. Stellenweise allg.
Favosites Hisingeri, Edw. & H. Seltner.
Acantholithus asteriscus, F. Röm. Selten.
Ptychophyllum sp. Selten.
Feine *Crinoiden*stielglieder. Allg.
Grosse *Crinoiden*stielglieder. Selten.
Orthis sp. Selten unterst.
Strophomena sp. Selten unterst.
Atrypa reticularis, L. Stellenweise allg. unterst.
Pentamerus oblongus Sow. Ab und zu ziemlich häufig, besonders auf Toten.
Illaenus longispinosus, Klær (nov. sp.) Selten.
Calymene sp. Selten.
Encrinurus punctatus, Brünn. Selten.
Cheirurus bimucronatus, Murch. Selten,
Leperditia abbreviata, F. Schm. Selten.
Bellerophon sp. Sehr grosse Form. Selten.

Ich muss annehmen, dass diese Kalk-Abteilung sowohl dem *Borealis*-Kalk (7 a) als dem eigentlichen *Pentamerus*-Kalk (7 b α) auf Hadeland und auf Ringerike entspricht. Am meisten Ähnlichkeit zeigt die Entwicklung auf Hadeland: aber der echte *Pentamerus borealis*, Eichw. tritt beim Mjøsen nicht auf, und die Mächtigkeit der Kalkablagerung ist stellenweise noch weniger mächtig. An vielen Stellen aufgeschlossen, am besten bei der Gjøvik Kalkfabrik und bei Eksberg auf Helgø.

7 b β. Knolliger Kalk und Schiefer. Der *Pentamerus*-Kalk geht nach oben in eine Abteilung mit knolligem Kalk und meistens reichlichem Schiefer über, die eine Mächtigkeit von 9—10 m. hat (9.5 m. auf Helgø). Im unteren Teil sind die Kalkschichten noch dick und der Schiefer ziemlich sparsam; stellenweise (Gjøvik) finden sich Bänke mit ganz feinknolligen Kalkschichten. Im oberen Teil werden die Kalkschichten durchgehends dünner und der Schiefer reichlicher. Der Kalk ist hier oberst oft rötlich und enthält *Crotalocrinus*-ähnliche Stielglieder.

Sonst sind Fossilien in dieser Abteilung sehr selten; ich habe nur eine feinröhrige *Favosites* gefunden. Eine sehr ähnliche Zone findet sich auch auf Hadeland über dem *Pentamerus*-Kalk; sie enthält hier

mehrere Korallen und kann leicht mit dem unteren Korallenkalk (7 b β) auf Ringerike parallelisiert werden. Dasselbe Alter muss man dann auch für diese Schichten beim Mjøsen annehmen. Bei der Gjøvik Kalkfabrik und in Eksberg auf Helgø.

7 c. Wir kommen jetzt zu einer wahrscheinlich 80—100 m. mächtigen Schichtenfolge von einem gewöhnlich weichen, dickplattigen Kalkschiefer mit reineren Sehieferhorizonten, die oft reich an ausgezeichnet erhaltenen *Graptolithen* sind. Im unteren Teil liegen sehr grosse, sparsame Kalklinsen, im obersten Teil ab und zu feine Kalkknollen. Diese Faciesentwicklung im 7 c ist ganz eigentümlich für das centrale Silurgebiet beim Mjøsen, und die einzelnen *Graptolithen*zonen können deshalb wegen der totalen Verschiedenheit der Fauna nicht genauer mit den Zonen in 7 c weiter in S. parallelisiert werden. Die besten Profile finden sich in Eksberg auf Helgø, aber einzelne Horizonte sind bei der Gjøvik Kalkfabrik und im Brumunddal aufgeschlossen. Im Brumunddal ist der Schiefer gepresster als in den westlicheren Vorkommnissen. Hier werden eingehende Untersuchungen wahrscheinlich von grossem Interesse sein.

Vorläufig können folgende Zonen unterschieden werden, die speziell auf den Profilen in Eksberg basiert sind.

7 c α. Die Zone mit *Monograptus turriculatus*, Barr. und *Petalograptus palmeus*, Barr. 3—4 m. Weicher, graugrüner, dickplattiger Kalkschiefer mit einzelnen dunkleren, mehr schiefrigen Horizonten, die teilweise reich *Graptotithen*führend sind. Folgende Formen sind in Eksberg gefunden, wo diese Zone bis jetzt allein konstatiert ist:

Petalograptus palmeus, Barr. Allg. ca. 2.70 m. hinauf.
Monograptus priodon, Barr. Sehr allg.
Monograptus sp. cf. *cygneus*, Tqu. (?). Allg.
Monograptus sartorius, Tqu. Teilweise nicht selten.
Monograptus cf. *resurgens*, Lnrs. Selten.
Monograptus cf. *turriculatus*, Barr. Fragmente, teilweise nicht selten.

Die Fauna in diesen Schichten stimmt gut überein mit derjenigen in der entsprechenden Zone in Schweden.

7 c β. Die Zone mit *Monograptus discus*, Tqu. Das Sediment ist in Eksberg ungefähr wie in der vorigen Zone; im Brumunddal ist es ein rotbrauner, stärker gepresster Schiefer mit rotbraunen Kalk-

sandsteinplatten. Bei dem neuen Weg über Eksberg sind nur die untersten Schichten aufgeschlossen, und ich habe hier noch nicht genauer untersucht, wie hoch diese Fauna geht. Schichten, die sicher der nächsten Zone angehören, fand ich in dem Profil bei dem neuen Weg ca. 30 m. über 7 b β; bei der Gjøvik Kalkfabrik liegt der Aufschluss auch in einer ähnlichen Höhe; diese ersten Schichten sind sehr reich, und es ist wahrscheinlich, dass die Fauna der Zone 7 c γ bedeutend tiefer anfängt; ich nehme deshalb hier an, dass die Zonen 7 c α—β in Eksberg die unteren 20 m. mit den dicken sparsamen Kalklinsen bilden. Bis jetzt wurden folgende Formen sicher in 7 c β gefunden:

Monograptus discus, Tqu. Teilweise in Menge.
Monograptus priodon, Bronn. Allg.
Monograptus crenulatus, Tqu.
Monograptus cf. *Becki*, Barr. Nicht allg.
Monograptus sartorius, Tqu.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus*, Tqu. Oberst selten.
Monograptus cf. *continens*, Tqu. Selten.
Aptychopsis sp.

7 c γ. Die Zone mit *Monograptus spiralis*, Gein. var. *subconicus*, Tqu. und *Retiolites Geinitzianus*, Barr. ca. 35(?) In Eksberg ist die sedimentäre Entwicklung wie unten, während der Schiefer in Brumunddal braunrot bis schwärzlich und mehr gepresst und hart ist. Die Mächtigkeit ist in Eksberg wahrscheinlich ca. 35 m. Jedoch fand ich in den obersten 5—8 Metern nicht *Retiolites Geinitzianus*, Barr. (Pag. 417). Bei der Gjøvik Kalkfabrik wurde ein sehr reicher Horizont dieser Zone entdeckt, der ca. 30 m. über 7 b β liegt. In Brumunddal bei der Brücke nach Torsæter hat Bjørlykke eine Reihe von *Graptolithen* gefunden, von denen mehrere aus dieser Zone herrühren. Nähere Untersuchungen sind aber hier nötig. Folgende Formen sind sicher aus dieser Zone:

Monograptus priodon, Bronn. Sehr allg.
Monograptus sp. cf. *cygneus*, Tqu. (?). Allg.
Monograptus crenulatus, Tqu. Allg.
Monograptus nodifer, Tqu. Seltener.
Monograptus Sedgwicki, Portl. Wahrscheinlich in der Mitte.
Monograptus cf. *leptotheca*, Lpw. Im oberen Teil.
Monograptus spiralis, Gein. var. *subconicus*, Tqu. Stellenweise sehr allg.

Cyrtograptus? sp. Selten im oberen Teil.

Retiolites Geinitzianus, Barr. Sehr allg., besonders im mittleren Teil.

Hyolithus sp. Selten.

Bjørlykke nennt noch die folgenden Formen aus Brumunddal, die vielleicht aus der Zone 7 c β stammen:

Monograptus proteus, Barr.
Monograptus nudus, Lpw.
Monograptus exiguus, Nich.
Monograptus cf. *dextrorsus,* Tqu.

7 c δ. Oberster Teil von 7 c bis jetzt ohne *Graptolithen.* Die sedimentäre Entwicklung ist in Eksberg, wo diese Schichten bis jetzt allein gefunden sind, ungefähr wie tiefer unten. Es finden sich aber hier auch feine Kalkknollen und harte Tonplatten mit feinen Glimmerblättchen, die somit wahrscheinlich die Faciesveränderung in Wenlock einleiten. Bis jetzt habe ich nur *Leptaena* sp., kleine *Beyrichien* und *Calymene* sp. gefunden, lauter kleine und sparsam auftretende Formen. Die Mächtigkeit wahrscheinlich ca. 30 m., vielleicht mehr.

Wenlock und Ludlow.

Über 7 c folgen in Eksberg dicke Bänke und dünnere Schichten von einem grauen, feinen Kalksandstein mit Schieferhorizonten. Ähnliche Schichten aber von rötlicher Farbe treten in Brumunddal (Mariendal) auf und enthalten noch sparsame *Graptolithen,* nämlich:

Monograptus priodon, Bronn.
Monograptus crenulatus, Tqu.
Retiolites Geinitzianus, Barr.

Diese Fauna kann gut mit derjenigen in 8 a α auf Malmø verglichen werden. Fossilien sind sonst nicht gefunden. Die Mächtigkeit der Schichtenfolge kann noch nicht bestimmt werden, ist aber jedenfalls sehr gross. Die Schichten sind dem unteren Teil des Wenlock auf Hadeland und teilweise auf Ringerike sehr ähnlich und können sicher hiermit parallelisiert werden. Sie gehen nach Bjørlykke nach oben in den Brumunddal-Sandstein über, der rot und gelb ist und eine grosse, noch nicht näher bestimmte Mächtigkeit hat. Fossilien sind nicht mit Sicherheit gefunden. Die Bildung dieses Sandsteins hat wahrscheinlich im mittleren oder oberen Teil des Wenlock angefangen, und hat sich dann in das Ludlow und den unteren Teil von Devon fortgesetzt (Pag. 428). Der Sandstein ist nur in Brumunddal vorhanden.

VIII.

KURZE BEMERKUNGEN

ÜBER

EINZELNE ANDERE, KLEINERE ODER WENIGER WICHTIGE VORKOMNISSE VON OBERSILUR.

Zwischen den im vorhergehenden genauer untersuchten obersilurischen Gebieten I—VII liegt eine Reihe von anderen, meist kleineren Vorkomnissen von Obersilur. In den meisten von diesen sind die Schichten von naheliegenden jüngeren Graniten und Syeniten stark umgewandelt und eignen sich deshalb nicht zu eingehenden faunistisch-stratigraphischen Studien. Ich habe deshalb vorläufig sehr wenig Zeit auf die Untersuchung dieser angewandt und nur in einzelnen mich soweit orientiert, dass ich eine Vorstellung von der Faciesentwicklung bekommen habe.

1. Hedenstad.

Auf der W.-Seite des Kristianiagebietes erstreckt sich wie bekannt ein schmales Silurfeld von Hougsund in SW.-licher Richtung über Laagendal nach Ravalsjø; es wird von einer mächtigen Verwerfungslinie, die speziell von Th. Kjerulf[1] und O. A. Corneliussen[2] studiert ist, durchschnitten. Der letztgenannte Forscher hat die Abschliessung des Silurfeldes SW.-lich von dem Laagendal durch zahlreiche Profile und eine Kartenskizze dargestellt; letztere scheint topographisch ganz unbrauchbar zu sein. In den Beschreibungen der Profile wird leider der obere Teil der Schichtenfolge nur in den gröbsten Zügen besprochen. Oberst liegt eine Kalksandsteinetage, die als Etage 5 bezeichnet wird.

---

[1] Th. Kjerulf, Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, 1857, Pl. V, und Udsigt over d. sydlige Norges Geologi, Pag. 72.

[2] O. A. Corneliussen, Dislokationslinien ved Skrim (N. Mag. f. Nat. Bd. 25. 1880. Pag. 1). Mit Karte.

Ein von CORNELIUSSEN eingesammeltes Handstück zeigt, dass ein Teil dieser oberen, grobklastischen Sedimentreihe der Zone 5 b angehört; die Mächtigkeit ist aber so gross, dass der grössere obere Teil wahrscheinlich der Etage 6 in westlicher Entwicklung entspricht. Aus Lundebakken (Vestfossen) liegt ein Stück Kalksandstein vor, das typische Fossilien der Zone 6 b auf Ringerike enthält.

2. Die Umgebungen von Dramselv, Sande und Lier.

Von Hougsund erstreckt sich das Silur als ein schmales Feld in SO.-licher Richtung gleich S.-lich von Drammen nach Sande, und in N.-licher Richtung nach dem Tyrifjord, auf dessen NO.-Seite das Silurgebiet auf Ringerike sich ausbreitet. In weitem Bogen setzt sich das Silur auf der S.-Seite des Tyrifjords nach S. in Lier fort und steht über Tranby in Verbindung mit dem Silur in Asker. Dies lange stark gebogene Silurfeld setzt die Silurgebiete auf Ringerike, bei dem inneren Kristianiafjord und auf den Inseln bei Holmestrand miteinander in Verbindung. Obersilurische Schichten haben nicht wenig Verbreitung, sind aber überall mehr oder weniger stark umgewandelt. Die Silurschichten umgeben nämlich hier als eine Randzone das grosse Granitfeld, das sich von Finnmarken in NNW. über Drammen nach dem Kristianiafjord im SSO. erstreckt und nach BRØGGER eine mächtige Lakkolithmasse darstellt. Grosse Teile des Silurs liegen sogar direkt auf dem Granit und sind dann meistens so stark umgewandelt, dass bestimmbare Fossilien fehlen. Obwohl die Hauptetagen des Silurs auch in diesen Gegenden bestimmt werden können, lassen sich faunistische Studien nur selten mit Vorteil ausführen. Ich habe deshalb hier sehr wenige Studien gemacht; nur einzelne günstige Stellen wurden besucht, um eine Vorstellung von der Faciesentwicklung des Obersilurs in diesem Zwischengebiet zu gewinnen.

Zwischen Hougsund und Mjøndalen hat das Obersilur nördlich und noch mehr südlich vom Dramselv bedeutende Verbreitung. Die günstigste Stelle ist hier die Talseite südlich von Mjøndalen, wo der *Pentamerus*kalk für die Mjøndalen Kalkfabrik in langen Brüchen ausgebrochen wird. Die Schichten zeigten sich hier weniger umgewandelt als an anderen Stellen dieser Gegend, die ich besucht habe, und ich habe deshalb hier ein Profil von Solløs nach Haketjern (Fig. 102) etwas genauer untersucht. Im unteren Teil des Profils liegt die Schichtenfolge von dem oberen Teil der Etage 6 bis zu der Zone 7 c β in schönen Falten ganz gut aufgeschlossen. Besonders der *Pentamerus*-

kalk kann in den langen Kalkbrüchen sehr gut studiert werden. Dieser Teil des Obersilurs zeigt die westliche Faciesentwicklung und stimmt, soweit ich sehen konnte, besonders mit der Entwicklung in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund gut überein.

Ein Stück oberhalb Pilterud trifft man noch jüngere Schichten an; ich fand hier erst Schiefer und dann dicke Schichten von dunklem Kalk mit *Atrypa reticularis*, L. und *Rhynchonella cuneata*, Dalm., augenscheinlich die Zonen 8 c und d. Unterhalb Haketjern fand ich die dünnen, ebenen und schwach knolligen Kalkschichten und den dünnschiefrigen Kalk der Zonen 9 a—b in ähnlicher Entwicklung wie im Skiensdal und auf den Inseln bei Holmestrand. Mit diesen Gebieten scheint auch die Entwicklung der Zonen 8 c—d übereinzustimmen.

Von Haketjern breitet sich das Obersilur weiter nach O. und OSO. über Konnerud nach Sande hin; es scheint hauptsächlich aus Ludlow zu bestehen und geht nach der Karte (Blatt Kristiania) in den devonischen Sandstein über. Bei Haketjern, Ormetjern und in der Nähe von Konnerud Sanatorium fand ich knollige Kalkschichten, die wahrscheinlich den Zonen 9 c—d angehören. In unserer Sammlung finden sich Handstücke, die S.-lich und W.-lich von Konnerud Kirche eingesammelt sind und speziell die Zone 9 c andeuten (Korallenhorizont). Auch weiter im O. zwischen Graabensletten und Austadtjern kann man nach Fossilienproben die Zone 9 d vermuten.

Spuren höherer Zonen fand ich W.-lich von dem Sanatorium; in der Sammlung finden sich *Chonetes striatella*, Dalm., *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Rhynchonella Wilsoni*, Sow. von einer Lokalität SW.-lich von Helgerud, also Fossilien der Zone 9 e. Endlich kann ich anführen, dass Schichten reich an *Rhynchonella nucula*, Sow. von Rygaas vorliegen (9 a?). Wie man sieht, sind eine Reihe Ludlowzonen hierdurch angedeutet und zwar in einer Entwicklung,

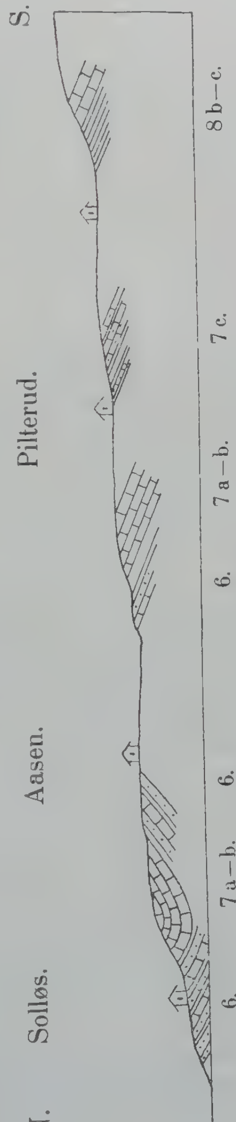


Fig. 102. Profil durch die Talseite S.-lich von Mjøndalen. Die Etagen 6—8 c sind aufgeschlossen. 1 : 12 500.

die scheinbar ganz mit derjenigen auf den Inseln bei Holmestrand übereinstimmt.

Dasselbe ist auch in Sande der Fall. Aus dem stark überdeckten Talboden ragen hier nur einige Silurflecken hervor. Von diesen habe ich das Silur N.-lich von Galleberg bei Kløvstad, Gutu und Kjelaas untersucht. Die Schichten streichen ungefähr N—S. und fallen schwach gegen W. ein; sie fangen im Ö. bei O. Kjelaas mit der Zone 9 a an; hierauf folgt sehr deutlich die Zone 9 b, entwickelt wie weiter im S. auf Kommersø, und dann bei V. Kjelaas die korallenreichen Schichten der Zone 9 c oder d. Weiter im W. bis nach der Eisenbahnlinie sind sicherlich noch jüngere Schichten vorhanden; da aber die Schichten stark umgewandelt sind, und aller Wahrscheinlichkeit nach mehrere Längsverwerfungen auftreten, kam ich zu keinem sicheren Resultat der Schichtenfolge, obwohl ich glaube, dass die Schichtenfolge sich wiederhohlt.

In Lier haben obersilurische Schichten nach der Karte und den von Kjerulf und Brøgger mitgeteilten Profilen[1] grosse Verbreitung. Sie liegen auf beiden Seiten des Tales in einer mächtigen Mulde aufgeschlossen, die sich nach O. verbreitet und von der Porphyrwand durch eine mächtige Verwerfung geschieden ist (Brøgger). Die Schichtenfolge soll hier alle obersilurischen Etagen umfassen und geht auf der O.-Seite sogar in den devonischen Sandstein über. Nach O. setzt sich das Obersilur über Tranby nach Asker fort; auch weiter im N. soll nach der Karte Obersilur grosse Verbreitung auf der W.-Seite des Holsfjords haben; hier und auf der W.-Seite des Lierdal sind die Schichten sehr stark umgewandelt, indem sie meistens direkt auf dem Granit ruhen; auf der O.-Seite ist die Umwandlung weniger stark, und die Verhältnisse sind deshalb günstiger für stratigraphische Studien. Ich habe das Profil hier nicht untersucht, muss aber annehmen, dass die Faciesentwicklung in der Hauptsache mit derjenigen auf Ringerike übereinstimmt; in Ludlow ist jedoch vielleicht auch Ähnlichkeit mit derjenigen in Bærum vorhanden.

3. Nitedal.

Zwischen Kristiania und Eidsvold liegen entlang der O.-Seite des grossen Syenitfeldes eine Reihe von kleinen Silurschollen, die alle stark

[1] Geolog. Rektangelkarte Kristiania. Kjerulf, Udsigt over det sydl. Norges Geologi, 1879, Pag. 58. Brøgger, Die Min. der Syenit und Pegmatitgänge, 1890, Pag. 94.

umgewandelt sind; die grösste ist diejenige in Nitedal, die auch obersilurische Schichten des Unteren und Oberen Llandovery enthält[1]. Die Entwicklung steht wahrscheinlich derjenigen auf den Inseln bei Kristiania sehr nahe. Der direkte Abstand von diesem Gebiet ist nämlich nicht mehr als 18—20 Km.

4. Die Silurflecke zwischen Eidsvold und Totsviken.

Zwischen Eidsvold und Totsviken findet sich auf der Westseite vom Mjøsen eine Reihe von grösseren Silurflecken, die sich teils an die West- und Nordgrenze des grossen Granit- und Syenit-Feldes anlehnen, teils als inselförmige Schollen auf demselben ruhen. Sie sind von J. H. L. Vogt in den Jahren 1881—82 eingehend studiert worden, und ich weise auf seine mit vielen Profilen versehene Abhandlung[2] und die geolog. Rektangelkarte Eidsvold (20 c) hin. Die Schichten sind stark umgewandelt und in stratigraphischer Hinsicht deshalb schwierig zu studieren. Da nun nach Vogt sicheres Obersilur eine untergeordnete Rolle spielt, habe ich diese Lokalitäten nicht selbst untersucht.

Sichere obersilurische Schichten finden sich nach Vogt in der inselförmigen Silurscholle auf der Westseite von Skreia. „Bei Alnæs Sæter finden sich an mehreren Stellen Kalk und Kalkschiefer mit *Heliolites*, *Favosites*, *Pentamerus* und grosse *Encrinit*stielglieder, also die Etagen 6 und 7. Unter diesen kommt erst ein stark umgewandelter, an mehreren Stellen rötlicher Kalkstein, den ich (Vogt) als *Brachiopoden*kalk betrachte, und darunter bei Sandvigbækken Kalksandstein mit Fossilien, nämlich kleine *Encrinit*stielglieder".

Man hat hier augenscheinlich eine Schichtenfolge ungefähr wie in dem centralen Silurgebiet beim Mjøsen. Unten liegt der Mjøsenkalk als Kalksandstein und rötlicher Kalk; oben der *Pentamerus*kalk. Das Untere Llandovery ist wahrscheinlich wie weiter im N. sehr wenig mächtig und nicht aufgeschlossen. Der *Pentamerus*kalk hat hier, wie die Karte zeigt, wenig Ausbreitung.

In den übrigen Silurflecken sind nur in Mistberg Schichten vorhanden, die Vogt, jedoch mit Zweifel, als obersilurisch betrachtet (Etage 5 oder 6). Sie liegen über Kalksandstein mit *Favosites* und bestehen aus grauem Schiefer mit Kalkschichten, die kleine *Crinoiden*stielglieder,

[1] Geolog. Rektangelkarte 20 A, Nannestad.
[2] J. H. L. Vogt, Undersøgelser ved den sydlige del af Mjøsen i 81 og 82. (Nyt Mag. f. Nat. Vid. Bd. 28. 1884. (Pag. 215—248).

Monticuliporen (*Favosites?*) und kleine *Trilobiten*fragmente enthalten. Nach VOGTS Beschreibungen kann nichts mit Sicherheit über das Alter dieser Schichten gesagt werden. Die Umwandlung ist so stark, dass eine neue Untersuchung wahrscheinlich nicht viel von Interesse bringen würde.

ALLGEMEINER TEIL.

DIE ALLGEMEINEN ERGEBNISSE
DER
UNTERSUCHUNG.

IX.

ÜBER DIE ETAGENEINTEILUNG

DES

NORWEGISCHEN OBERSILURS.

Im vorhergehenden habe ich die Entwicklung der Fauna in den verschiedenen Gebieten von Zone zu Zone geschildert. Diese Zonen habe ich in den schon früher für unser Obersilur aufgestellten 4 Etagen (6—9) zusammengefasst, indem ich nur einige unwesentlichere Veränderungen ihrer Begrenzung vorgenommen habe. Es erübrigt mir nachzuweisen, dass die Aufstellung dieser Etagen richtig ist.

Die Aufstellung der grösseren Abteilungen unseres Obersilurs ist eng an die Einteilung des englischen Obersilurs geknüpft. MURCHISON [1], der im Jahre 1844 im Kristianiagebiet Äquivalente seiner grossen Gruppen Lower und Upper Silurian fand, rechnete noch den *Pentamerus*-kalk zu Caradoc und setzte daher die Grenze zwischen dem Unter- und Obersilur über diesen. In die folgenden Jahre (1848—54) fallen die wichtigen Untersuchungen von PHILIPPS [2], SEDGWICK, MC. COY [3] und SALTER [4] über die May Hill- und Llandoveryabteilungen.

Durch diese Arbeiten ergab es sich, dass die Fauna dieser Abteilungen von denen des Caradoc und Bala ganz verschieden und mit der obersilurischen näher verwandt ist. Während SEDGWICK schon früher sein silurisches System (= Obersilur) mit Lower Llandovery angefangen hatte, wird auch MURCHISON jetzt gezwungen, seine frühere Auffassung zu verändern; im Jahre 1857 [5] stellt er „Llandovery rocks" als Über-

[1] Forhandl. ved de skand. Naturforsk. 4de Møde, Pag. 292.
[2] Mem. Geol. Survey, Vol. II, 1, 1848, Pag. 202.
[3] Quart. Journ. Geol. Soc. VIII, 1852, Pag. 136. Ibid. Vol. IX. Pag. 228. Phil. Mag. Ser. 4, Vol. VIII, 1854, Pag. 301.
[4] Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. IX. 1853, Pag. 161. Ibid. Vol. X, 1854. Pag. 62.
[5] Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. XIV, 1858, Pag. 40.

-gangsgruppe auf, scheint aber nach wie vor nur den *Pentamerus*kalk zu Upper Silurian zu rechnen. Denselben Standpunkt nimmt KJERULF ein in seinen grundlegenden Arbeiten aus den Jahren 1855 und 1857 [1]. KJERULF leitet ebenso wie MURCHISON das Obersilur mit dem *Pentamerus*kalk ein, der sowohl in England als auch in Norwegen ein ausserordentlich hervorragendes Leitniveau bildet. Während die englischen Geologen, besonders nach LYELLS Vorschlag (1871), bald dazu übergingen, Lower Llandovery mit Upper Llandovery zu einer unteren Abteilung oder Serie (Llandovery oder May Hill) des Obersilurs zu vereinen, hielt KJERULF an seiner Auffassung der unteren Begrenzung des Obersilurs fest, indem er die Abteilung 5 β als oberstes Glied des Untersilurs ansah. Erst später hat Professor BRØGGER 5 β als die älteste untersilurische Etage aufgestellt und die Grenze zwischen Unter- und Ober-Silur somit in Übereinstimmung mit der englischen Einteilung gebracht.

Bei seiner Einteilung des Silurs im Jahre 1857 stellt KJERULF 3 obersilurische Etagen (6–8) auf. Von diesen entsprechen 6—7 dem Oberen Llandovery, während Wenlock und Ludlow in Etage 8 zusammengefasst werden. Das Llandovery erhielt hierdurch eine im Vergleich zu der englischen Einteilung unverhältnismässig hervorragende Stellung. Dies kam daher, dass KJERULF der MURCHISON'schen, völlig irreleitenden Parallelisierung des Obersilurs von Malmøen aus dem Jahre 1844 folgte.

MURCHISON und mit ihm KJERULF parallelisieren auf folgende Weise:

(7 α) Korallenkalk = Wenlock LMST.

(8 α) Graptolithenschiefer = Lower Ludlow.

(8 β) Malmøkalk = Aymestry.

(8 γ) Jüngste Kalksteine = Upper Ludlow.

Während der Korallenkalk in Wirklichkeit dem englischen Upper Llandovery, und der Malmøkalk ungefähr dem Wenlock LIMESTONE entspricht, setzt MURCHISON und mit ihm KJERULF den Korallenkalk dem Wenlock LMST. gleich und kommt hierdurch zu ganz falschen Schlüssen mit Rücksicht auf die obersilurische Schichtenreihe. KJERULF [2] wird hierdurch zu der sonderbaren Unklarheit verleitet, dass er trotz seiner ausdrücklichen Behauptung, das Obersilur mit dem *Pentamerus*kalk

[1] Das Christiania Silurbecken, Pag. 49, 1855. Ueber die Geologie des südl. Norwegens, 1857, Pag. 19.

[2] Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, Pag. 25.

einleiten zu wollen, gleichzeitig 5 β mit dem Wenlockschiefer parallelisiert.

Diese Parallelisierung von Seiten MURCHISONS war vielleicht darin begründet, dass man damals in England das Obere Llandovery nicht als korallenreiche Facies kannte. Es lag zu seiner Zeit nahe, den Korallenkalk des Oberen Llandovery auf Malmø mit dem Wenlockkalk zu vergleichen, besonders da das obere Wenlock hier nicht als Korallenkalkfacies entwickelt ist.

Später (1865) will KJERULF die Etagen 6 und 7 vereinen, nimmt aber sonst keine Veränderung der Etageneinteilung vor. Nach KJERULFS Zeit hat BRØGGER schliesslich diesen Gedanken durchgeführt, während er gleichzeitig KJERULFS Abteilung 5 β mit dem Obersilur als Etage 6 vereinigt und die jüngsten Kalksteine als Etage 9 ausgesondert hat.

Hierdurch haben wir hier in Norwegen eine Vierteilung des Obersilurs erhalten, die ich auch in dieser Arbeit angewandt habe.

Diese 4 Hauptabteilungen oder Etagen (6—9) habe ich mit den englischen, schon längst in der wissenschaftlichen Welt eingebürgerten Namen Unteres Llandovery, Oberes Llandovery, Wenlock und Ludlow bezeichnet.

Noch stärker tritt jedoch, wie ich im folgenden zeigen werde, eine Zweiteilung des Obersilurs hervor, indem die zwei unteren und zwei oberen dieser Etagen faunistisch eng zusammenhängen.

Die nähere Parallelisierung dieser Hauptabteilungen unseres Obersilurs mit den gleichbenannten Abteilungen der obersilurischen, litoralen Schichtenfolge in England habe ich auf Pag. 546 versucht.

Es zeigte sich nun bei dieser Parallelisierung, dass die Grenzen dieser Abteilungen in Norwegen und England meistens nicht zusammenfallen, wie die Tabelle auf Pag. 568 zeigt. Das Untere Llandovery im Kristianiagebiete entspricht ziemlich genau der Schichtenfolge, die in den klassischen Gebieten von Süd-England als solches bezeichnet wird. Dagegen scheint die Grenze zwischen dem Oberen Llandovery und dem Wenlock im Kristianiagebiete etwas höher in der Schichtenfolge zu liegen als diejenige, die in England allgemein gebräuchlich ist, während ich anderseits die Wenlocketage mit einem bedeutend tieferen Horizont abgeschlossen habe. Der typische Wenlock Limestone in Shropshire und benachbarten Gebieten scheint mir somit den Zonen 9 a—b, mit anderen Worten Schichten, die ich bei uns als unteres Ludlow bezeichnet habe, zu entsprechen. Die Fauna besteht auch in Übereinstimmung hiermit aus einer Mischung von For-

men, die sich bei uns in typischem Wenlock und Ludlow finden. Ich habe diese Veränderungen vorgenommen, weil die Etagen hierdurch mehr gleichwertigen Stufen in der Entwicklung der marinen Litoralfauna entsprechen. Diese Entwicklung lässt sich nämlich bei uns besser überblicken, als in den übrigen Silurgebieten in Nordeuropa.

Auch in einer anderen Beziehung unterscheidet sich die von mir gebrauchte Haupteinteilung von derjenigen, die in England allgemein angenommen ist, indem man hier gewöhnlich eine Einteilung in 3 oder 5 Series braucht.

Die grösste Verbreitung hat wohl eine Modifizierung von MURCHISONS alter Einteilung in 3 gleichwertige Series gefunden (Llandovery, Wenlock und Ludlow), indem nur die Grenzen etwas anders gezogen werden. Eine solche Einteilung ist z. B. von CH. LAPWORTH in neuerer Zeit vorgeschlagen worden[1]. Unterst eine Lower or Llandovery Series mit Lower Llandovery, Upper Llandovery und Tarannon; in der Mitte eine Middle or Wenlock Series mit Wenlock Shale, Wenlock Lmst. und Lower Ludlow und oberst eine Upper or Ludlow Series mit Aymestry, Upper Ludlow und Downtonian. Wie man sieht, wird die Grenze zwischen Wenlock und Ludlow noch höher als vorher gelegt.

Einen anderen Weg haben die schottischen Geologen PEACH und HORNE[2] eingeschlagen in ihrer grossen Monographie über das schottische Silur, indem sie 5 gleichwertige Series aufstellen, nämlich Llandovery, Tarannon, Wenlock, Ludlow und Downtonian. Wie ich später zeigen werde, halte ich dies für keine Verbesserung.

Auch in Amerika hat man in neuester Zeit eine Dreiteilung vorgeschlagen[3], die jedoch nicht mit der englischen zusammenfällt. Dagegen hat, wie bekannt, FR. SCHMIDT[4] für das Estland eine Einteilung in 4 Etagen durchgeführt. Wie ich aber später zeigen werde, stimmen die Grenzen seiner Etagen nicht mit den norwegischen überein, und das Untere Llandovery scheint nicht vorhanden zu sein.

Wie man sieht, ist die Haupteinteilung des Obersilurs in Etagen oder Series in den verschiedenen Silurgebieten in recht verschiedener Weise vorgenommen.

---

[1] Siehe z. B. CH. LAPWORTH a. W. W. WATTS, The Geology of Shropshire (Proc. of Geologists Assoc., XIII, 1894, Pag. 321.

[2] The Silurian Rocks of Britain. I. Scotland (Mem. of Geol. Survey, 1899).

[3] CLARK a. SCHUCKERT, Science, X, 1898, Pag. 876.

[4] On the Silurian Strata of the Baltic Provinces of Russia (Qu. Journ. Geol. Soc., 1882, Pag. 524).

Es ist alsdann notwendig zu untersuchen, welche von diesen Etageneinteilungen am besten mit der faunistischen Entwicklung des Obersilurs übereinstimmt.

Es lassen sich im Silur zwei wesentlich verschiedene marine Lebensgebiete unterscheiden: das litorale[1] mit reichem Wechsel in sedimentärer und faunistischer Beziehung und das abyssische oder die Graptolithenfacies mit ihren einförmigen Sedimenten, die Reste einer wesentlich pelagischen Fauna enthalten.

Diese beiden grossen Hauptgruppen müssen jede für sich betrachtet werden, obschon sie natürlich durch Übergänge verbunden sind.

Das Obersilur im Kristianiagebiete enthält wenig von Graptolithenfacies; die Entwicklung der Graptolithenfauna können wir daher nicht näher verfolgen. Dagegen eignet es sich um so besser zu einer Untersuchung der Entwicklung der Litoralfauna, ja, diese lässt sich in der Tat hier bei uns durch ihre ganze obersilurische Entwicklung besser studieren als in allen anderen mir bekannten obersilurischen Gebieten. Die ganze Schichtenreihe hindurch finden sich nämlich gleichartiger und reicher entwickelte litorale Facies als in anderen Gebieten, wenn ich von einzelnen, besonders reich entwickelten Zonen auswärtiger Gebiete absehe; freilich ist auch in einzelnen Gebieten des Kristianiagebietes die litorale Entwicklung von Graptolithenfacies unterbrochen, aber nur lokal; in anderen benachbarten Gebieten werden die litoralen Faciesreihen nicht auf diese Weise unterbrochen. Ausserdem ist die norwegische Schichtenreihe, wie ich später zeigen werde, vollständiger als in den reichen Litoralgebieten auf Gotland und in Esthland.

Ich will deshalb die Entwicklung der hervorragendsten marinen Tierklassen in unserem Obersilur untersuchen, um zu sehen, welche Einteilung am besten mit dieser Entwicklung übereinstimmt. Diejenigen, die sich hierzu am besten eignen, weil sie am allgemeinsten auftreten und am besten studiert worden sind, sind die Korallen, die Brachiopoden und die Triboliten.

Es sind viele Schwierigkeiten mit einer solchen Untersuchung verbunden, zunächst weil die Litoralfaunen selbst in nahe stehenden Facies stark variieren. Ein merkwürdiges Beispiel hiervon sind die Faunen in Etage 6 c auf Ringerike und im Malmøgebiet. In beiden Gebieten findet sich diese Zone als graugrüner Schiefer, feine Kalksandsteinplatten und Kalkschichten entwickelt. Die Faunen sind an beiden Stellen haupt-

[1] Mit „litoral" bezeichne ich sowohl WALTHERS Litoral als auch Flachsee.

sächlich Brachiopodenfaunen, und die Brachiopoden treten sehr oft formationsbildend in den Kalkschichten auf. Der Schiefer ist auf Ringerike mit Ausnahme von einzelnen Korallen fast ohne Fossilien: im Malmøgebiete enthält er dagegen verschiedene *Brachiopoden* und Korallen. Obschon diese Zone somit an beiden Stellen in sehr nahestehenden Facies auftritt, so sind doch die Faunen höchst verschieden. Ich verweise auf die Faunalisten. Besonders hervorgehoben werden muss, dass die Formen, die im Malmøgebiet die besten Leitfossilien sind, (*Meristella* sp., *Meristella subundata*, M'Coy, *Stricklandinia lens* Sow.), auf Ringerike ganz oder fast fehlen, woselbst dagegen auch eigentümliche *Brachiopoden* in grosser Menge auftreten (*Rhynchonella 10-plicata*, Sow., *Strophomena expansa*, Sow.). Biologische Verhältnisse, die zu beurteilen uns schwer fällt, müssen sich hier geltend gemacht haben.

Es liessen sich viele ähnliche Beispiele nennen, die alle beweisen, dass sogar in einer und derselben Zone nahe verwandte Facies ziemlich verschiedene Faunen enthalten können. Man ersieht hieraus, wie schwierig es sein muss, durch den Vergleich zwischen den Faunen zweier oder mehrerer Zonen zu entscheiden, was von Faciesverhältnissen und was von wirklichen Veränderungen der Fauna herrührt. Verhältnismässig günstig gestellt ist man im Obersilur des Kristianiafeldes, weil sich die meisten Zonen in verschiedener Entwicklung in den verschiedenen Gebieten finden und sich somit in faunistischer Beziehung ergänzen. In zweifelhaften Fällen muss man seine Zuflucht zu den obersilurischen Gebieten unserer Nachbarländer nehmen. Bei Entscheidung solcher Fragen wird stets eine gewisse Unsicherheit vorhanden sein, weil selbst im glücklichsten Fall die erhaltenen Facies nur ein Bruchteil derjenigen sind, die zu jedem Zeitpunkt existiert haben.

Die Korallen spielen eine besonders grosse Rolle in den litoralen Facies, ganz vom obersten Teil des Untersilurs an. Sie treten in sehr verschiedenartigen Facies auf, die unter sehr verschiedenartigen biologischen Verhältnissen abgesetzt sein müssen. Die lebenden Anthozoen zerfallen in biologischer Beziehung in zwei Gruppen: die Einzelkorallen, die besonders auf Schlammboden leben, von seichtem Wasser bis zu den grossen Tiefen hinab, und die Riffkorallen, durchgehends koloniebildende Formen, die ohne Ausnahme nur in einer Tiefe von 1—100 m. leben. Dies Verhältnis scheint in der Silurzeit nicht so ausgeprägt gewesen zu sein. Freilich bestehen auch in dieser die Riffkorallen aus koloniebildenden Formen; aber andererseits finden sich auch viele solche in Facies, wo die Korallen auf Schlammboden in dem tieferen Teil der Litoralzone gelebt haben müssen. Besonders gilt dies

vielen tabulaten Korallen, wie *Halysites*-Formen und einfach gebaute *Favosites*-Formen sowie Heliolitiden. Dies bewirkt, dass sich die Entwicklung der Korallen leichter verfolgen lässt, als es sonst der Fall gewesen wäre.

Im norwegischen Silur finden sich eine ganze Reihe Zonen mit korallenreichen Facies.

Zu oberst im Untersilur finden sich die ungewöhnlich korallenreichen Facies des Gastropodenkalks (5 a), die in der Übergangszone zwischen dem Unter- und Obersilur (5 b) in hübsche Korallenriffe übergehen. Man kann hier die Korallenfauna auf etwas tieferem Wasser und die eigentliche Korallenrifffauna ungefähr auf der Grenze zwischen dem Unter- und Obersilur studieren, was für unsere Untersuchung von besonders grossem Interesse ist. Ähnliche Facies finden sich wieder zu oberst im Unteren Llandovery (6 c) und besonders im Oberen Llandovery. Vor allem finden sich in 7 b Facies, die in hohem Grade mit den in Etage 5 erwähnten übereinstimmen: besonders korallenreiche Kalkschichten und Schiefer, die aufwärts mit kleinen Korallenriffbildungen abgeschlossen werden. Auch in 7 c finden sich in mehreren Gebieten des Kristianiagebietes ausserordentlich korallenreiche Facies (Ringerike, Holmestrand). Darauf werden diese Facies von korallenarmen Sedimenten in dem unteren Teile von Wenlock unterbrochen; aber oberst im Wenlock kehren in mehreren Gebieten dieselben Korallenfacies zurück, teilweise mit echten Korallenriffen, ganz wie in den klassischen Lokalitäten in Shropshire (Wenlock limestone). Während der Wenlockkalk die oberste korallenreiche Facies in England ist, finden sich im Kristianiagebiete im oberen Ludlow (9 c—d) aufs neue reiche Korallenablagerungen, hin und wieder mit kleinen korallenriffartigen Bildungen.

Die Korallenfauna in 5 a—b ist besonders charakteristisch und steht noch auf einer verhältnismässig primitiven Stufe. Die Favositiden, die im Obersilur eine so ungeheure Rolle spielen, finden sich nur noch in ganz primitiven Formen. Heliolitiden finden sich in grosser Anzahl, stehen aber noch im Anfang der Entwicklung, die durch das Obersilur vor sich geht. *Propora* und *Plasmoporella* spielen die Hauptrolle; *Plasmopora* findet sich nicht, auch keine der späteren *Heliolites*arten, während sich Reste von alten eigentümlichen Reihen finden, deren Entwicklung noch im Untersilur verborgen liegt. *Plasmoporella*, *Proheliolites*, *Trochiscolithus*, *Protaraea*, *Palaeoporites* sind eigentümliche Typen, die für diese Fauna eigenartig sind. Von den Rugosen spielt *Ptychophyllum* eine ganz dominierende Rolle und entwickelt koloniebildende Formen wie *Columnaria*, die eine bedeutende Rolle in der

Rifffauna spielt. Die primitive Gattung *Pholidophyllum* entwickelt auch eigenartige Riffformen. Diesen gegenüber tritt der neue Typus *Cyatophyllum*, der zum ersten Male in 5 b auftritt, ganz zurück. Charakteristisch für diese erste Stufe in der Entwicklung der Korallenfauna sind auch die merkwürdigen Gattungen *Syringophyllum* und *Calopaecia*.

Diese Fauna erleidet im Llandovery eine sehr bedeutende Veränderung. Diese geht natürlich ganz langsam vor sich und scheint in dem unteren Teil des Unteren Llandovery darin zu bestehen, dass viele der alten Formen aussterben. Auf Ringerike finden sich somit in 6 a verschiedene Korallen, aber nur Formen, die sich auch in Etage 5 finden, während die Brachiopoden- und Trilobitenfauna bedeutend verändert ist. In dem oberen Teil des Unteren Llandovery kann man dagegen eine wirkliche Entwicklung der Korallen fauna sehen. Mehrere neue Arten der Gattung *Favosites* treten auf, und *Plasmopora* und *Heliolites*arten des neuen Typus zeigen sich unter den *Propora*formen, die jedoch noch die Hauptmasse der Heliolitiden bilden. Noch wichtiger ist, dass neben *Ptychophyllum* jetzt *Cyathophyllum* oft in grosser Anzahl auftritt, jedoch nur als Einzelkorallen. Sehr charakteristisch für das Llandovery ist die merkwürdige Gattung *Calostylis* mit ihrem porösen Skelett. Sie zeigt sich erst im Unteren Llandovery und steigt im norwegischen Obersilur hoch hinauf in das Obere Llandovery, während sie auf Gotland nach LINDSTRÖM in das Wenlock hinein fortsetzt.

Im Oberen Llandovery sieht man die Entwicklung weiter vorgeschritten. Neben *Favosites* treten jetzt mehrere spezialisierte *Favositiden*, besonders *Alveolites*, in grosser Menge auf. Von neuen Typen müssen hervorgehoben werden: *Syringopora* und *Cystiphyllum*, beide selten. Neben *Ptychophyllum* ist *Zaphrentis* und besonders *Cyatophyllum* (Einzelkoralle) allgemein. Letztgenannte Gattung scheint noch keine koloniebildenden Formen in Rifffacies entwickelt zu haben. *Favosites*, *Alveolites* und andere Tabulaten sind zusammen mit den Stromatoporen noch die wichtigsten riffbildenden Formen. Gerade in dem oberen Teil von 7 b hat man Gelegenheit, die Fauna in korallenriffähnlichen Facies zu studieren. Höher hinauf (7 c) finden sich auch korallenreiche Facies aus etwas tieferem Wasser. Die Korallenfauna in dieser Zone gleicht sehr derjenigen in 7 a—b; doch scheinen hier *Plasmopora* und *Heliolites* die Oberhand über *Propora* zu gewinnen. Von neuen Formen für das norwegische Silur müssen erwähnt werden: *Palaeocyclus* und *Dinophyllum*, die jedoch später im Wenlock ihre grösste Verbreitung haben.

Im oberen Wenlock scheint dann die Korallenfauna eine neue grössere Veränderung durchgemacht zu haben. Hier kommt eine ganze Reihe neuer spezialisierter Favositiden (*Römeria, Thecia, Cladopora*; noch zahlreicher im Wenlock auf Gotland) zum Vorschein. *Syringopora* wird äusserst allgemein. Die Heliolitidenfauna verändert ihren Charakter, indem *Propora* gänzlich in den Hintergrund tritt. Unter den Rugosen treten die koloniebildenden Formen hervor, während in einzelnen Facies solitäre Cyathophyllen eine ungeheure Entwicklung haben. *Ptychophyllum* tritt zurück, ausgenommen in Rifffacies, wo sie sich in zusammengesetzten Formen finden.

Eigentlich riffbildend sind nach wie vor Favositiden und Stromatoporen, aber auch *Halysites, Thecia, Syringopora* und die koloniebildenden Rugosen (*Cyathophyllidae*) spielen eine bedeutende Rolle.

Zwischen den Korallenfaunen des oberen Wenlock und des oberen Ludlow ist nur ein geringer Unterschied. Es finden sich hier keine Formen, die sich nicht schon im Wenlock (Norwegen und Gotland) gezeigt hätten. Doch treten verschiedene der spezialisierten Favositiden wie *Cladopora* und *Thecia* noch mehr in den Vordergrund; sie bilden oft reiche Formationen, vermutlich in eigentümlichen faciellen Verhältnissen begründet. Gleichwie im Wenlock spielen *Favosites*, spezialisierte Favositiden, *Syringopora* und zusammengesetzte Cyathophylliden die wichtigste Rolle in der Korallenfauna. Als sehr allgemein müssen hier auch zusammengesetzte *Ptychophyllum*formen und *Cystiphyllum* hervorgehoben werden. Die Heliolitiden treten meist ziemlich in den Hintergrund; von diesen ist im Ludlow *Propora* noch spärlicher vertreten als im Wenlock (Gotland).

Nach dieser Schilderung von der Entwicklung der Korallen zeigt es sich, dass ein wesentlicher Unterschied vorhanden ist zwischen den Korallenfaunen im Llandovery und im Wenlock, dagegen ein sehr geringer Unterschied zwischen denen des Wenlock und Ludlow. Die typischen Korallenfaunen in dem obersten Teil des Untersilurs im Llandovery und im Wenlock-Ludlow bilden sozusagen 3 grosse Stufen in der Entwicklung dieser Klasse, die in einer vollständigen Schichtenreihe durch Übergänge verbunden sind.

Nach dem Auftreten und der Entwicklung der Korallen fällt es daher unnatürlich, das Obersilur in 3 gleichwertige Teile: Llandovery, Wenlock und Ludlow zu gliedern. Das natürliche ist, 2 gleichwertige Teile zu unterscheiden: einen unteren, der dem Llandovery, und einen oberen, der Wen-

lock und Ludlow entspricht. Diese beiden können dann wiederum auf Grund unbedeutender Verschiedenheiten in 2 kleinere Teile (Etagen) geteilt werden.

Ich werde nun dazu übergehen, zu untersuchen, ob die Entwicklung in anderen Tierklassen dasselbe Resultat ergibt.

Die Brachiopoden spielen in den obersilurischen Litoralfaunen vielleicht eine noch grössere Rolle als die Korallen. Sie finden sich in den meisten Facies, oft in grossen Mengen, und bilden in vielen Schichten ausgeprägte Tierformationen. Trotz dieses starken Auftretens treten in Wirklichkeit nicht so viele neue Typen im Obersilur auf, indem sich die meisten, die das englisch-skandinavische Obersilur auszeichnen, bereits spärlich in dem oberen Teil des Untersilurs gezeigt haben.

Die inartikulaten Brachiopoden haben ihre Blütezeit im Kambrium und Untersilur. Nur eine Familie zeichnet fast ausschliesslich das Obersilur aus, nämlich die merkwürdigen *Trimerellidae*. Sie gehören mit sehr wenigen Ausnahmen zum Wenlock-Ludlow und treten sehr lokal auf.

Von *Articulata* ist die uralte Familie, die Strophomeniden, in dem unteren Teil des Untersilurs fast alleinherrschend. Sehr bald jedoch erscheinen die ersten Vertreter von *Ancistropegmata*, die im Obersilur so stark hervortretend ist. Zunächst die stark spezialisierten Porambonitiden, dann die Rhynchonelliden und Pentameriden. Die beiden letzten wichtigen Familien haben schon innerhalb des Untersilurs stark spezialisierte Typen[1] hervorgebracht. In dem oberen Teil des Untersilurs kommen hinzu die helicopegmaten Brachiopoden. Sowohl Atrypiden als auch Spiriferiden treten in vielen Typen auf, wenn sie auch in faunistischer Beziehung nicht stark hervortreten.

Im Obersilur erscheint dann der erste Anfang von *Ancylopegmata*. Sie spielen jedoch durchaus keine faunistische Rolle. Die obersilurische Brachiopodenfauna zeichnet sich dadurch aus, dass Rhynchonelliden, Pentameriden, Atrypiden und Spiriferiden eine immer stärkere Entwicklung erhalten und teilweise die alten Strophomeniden zurückdrängen; diese spielen jedoch immer noch eine bedeutende Rolle und bringen auch viele neue Arten und neue Gattungstypen hervor. Die Familie der Productiden nimmt auch hier ihren Anfang (*Chonetes*).

[1] Kiær, Etage 5 in Asker, Norges geol. Undersøgelses Aarbog 1902.

Nach den älteren Untersuchungen von ETHERIDGE und LINDSTRÖM nehmen nicht mehr als 20 neue Gattungen ihren Anfang im Obersilur[1].

In der neueren Arbeit von CH. SCHUCHERT, der die älteren Gattungen stark aufgespalten hat, sind nicht weniger als 49 solche angeführt[2].

Ich nehme jedoch im folgenden nur Rücksicht auf die im Norwegischen Obersilur bekannten Formen. Von neuen Gattungen treten hier im Llandovery folgende auf:

Chonetes.
Streptis.
Stricklandinia.
Pentamerus.
Whitfieldia.
Cyrtia.
Spirifer.

Im allgemeinen sieht man die *Pentameridae* als eine besonders charakteristische obersilurische Formengruppe an. Nach neueren Untersuchungen lässt sich diese Betrachtungsweise nicht aufrecht erhalten. *Pentamerus* und verwandte Formen sind jetzt besonders durch HALL und CLARKES grundlegende Arbeiten in eine ganze Reihe von Gattungen zerlegt worden, die bereits im Untersilur ihren Anfang nehmen. Im Kristianiagebiete kommt schon in Etage 5 eine reiche Pentameridenfauna vor, bestehend aus den Gattungen *Barrandella*, *Holorhynchus* und *Conchidium*[3].

Man darf daher sagen, dass nur gewisse Formengruppen oder Entwicklungsreihen von *Pentameridae* für das Obersilur eigentümlich sind. Von diesen müssen alsdann für das obere Llandovery besonders hervorgehoben werden die glatten Pentameren (die *Pentamerus oblongus*-Reihe), die mit den glatten Stricklandinien (*Str. lens*, Sow.) eng verbunden sind, die ihrerseits für das Untere Llandovery in hohem Grade charakteristisch sind. Doch steigt auch diese Reihe auf einzelnen Gebieten (Gotland) in das Wenlock hinauf.

Mehrere der genannten Gattungen fangen erst im Oberen Llandovery an, nämlich:

---

1 ETHERIDGE, Fossils of the British Islands, I. 1888. LINDSTRÖM. List of fossil faunas of Sweden, II. 1888.
2 CH. SCHUCHERT, A Synopsis of American foss. Brachiopoda. 1897.
3 KIÆR, Etage 5 in Asker. Norges geol. Undersøg. Aarb. 1902. KIÆR, der Kalstadkalk. Norsk geol. Tidsskrift, I. 1905.

Pentamerus.
Cyrtia.
Whitfieldia.

Sehr charakteristisch für das Obere Llandovery ist in den meisten Gebieten die typische *Pentamerus oblongus*-Reihe und die gerippten Stricklandinien (*Str. lirata*, Sow.).

Im Wenlock beginnen bei uns nur folgende neue Gattungen:

Glassia.
Atrypina.

Ausserdem darf man sagen, dass *Cyrtia, Spirifer* und *Chonetes* hier erst eine faunistische Rolle spielen.

Als neue Gattungen für Ludlow kann in unserem Obersilur keine angeführt werden. Zwischen Wenlock und Ludlow ist auch in anderen Silurgebieten in der Brachiopodenfauna ein sehr geringer Unterschied. Selbst von neuen Arten tritt im Ludlow eine Minderzahl auf; ETHERIDGE vermag nur 5 aufzuführen, während ganze 50 Arten im Wenlock ihren Anfang nehmen. Zu einem ähnlichen Resultat wird man auch in anderen Silurgebieten kommen.

Während sich somit ein deutlicher Unterschied in der Brachiopodenfauna zwischen Llandovery und Wenlock nachweisen lässt, besteht ein sehr geringer Unterschied zwischen ihnen im Ludlow und Wenlock. Ja, es ist eine bedeutend grössere Scheide in dieser Beziehung zwischen dem Unteren und Oberen Llandovery, als zwischen Wenlock und Ludlow. Wie man sieht, dasselbe Ergebnis wie früher.

Auch eine Untersuchung der Entwicklung der Trilobiten durch das Obersilur zeigt uns dasselbe, nämlich, dass es auch bei dem Auftreten dieser natürlich fällt, in zwei grosse Abteilungen zu teilen: eine untere (Llandovery) und eine obere (Wenlock-Ludlow).

Die Trilobitenfaunen im norwegischen Obersilur sind in dieser Beziehung von ausserordentlichem Interesse. Sie liefern das Material zum Studium mehrerer Formengruppen und Entwicklungsreihen, die früher wenig studiert und beachtet wurden, und die in hohem Grade dazu beitragen, die einzelnen Etagen zu charakterisieren.

In dem englischen Llandovery, besonders im Girvan-Distrikt ist eine Reihe von *Illaenus*formen gefunden geworden, von denen die meisten noch unvollständig bekannt sind. Eine ähnliche, aber reichere *Illaenus*fauna tritt, wie es sich gezeigt hat, im norwegischen Llandovery auf; ich werde in nächster Zeit diese Formen beschreiben und mich daher

hier darauf beschränken hervorzuheben, dass sowohl das Untere als auch das Obere Llandovery je ihre wohl charakterisierte *Illaenus*fauna (die der *glaber*-Gruppe und die der *proles*-Gruppe) besitzen. Die jüngste *Illaenus*form ist im norwegischen Silur in der Grenzzone zwischen Wenlock und Ludlow gefunden worden; es ist jedoch keine neue Form. Nur äusserst spärlich setzt *Illaenus* in das Wenlock hinauf fort, und man kann daher praktisch genommen sagen, dass das Llandovery sich durch seine reiche *Illaenus*fauna auszeichnet; die letzte Differenzierung dieser alten und wichtigen Gattung findet sich in diesem unteren Teil des Obersilurs.

Hier beginnt auch die erste Entwicklung der interessanten und wichtigen Gattung *Bumastus*[1]. Kein obersilurisches Gebiet scheint so reich an *Bumastus*formen zu sein wie das norwegische im Kristianiagebiete.

Ich habe eine ganze Reihe vortrefflich erhaltener Formen gefunden; sie geben vorzügliche Leitfossilien ab, indem sie eine rasche Entwicklung von Etage zu Etage durchmachen. Llandovery zeichnet sich aus durch eine primitive Gruppe, die *Bum. Maccallumi*-Gruppe, Wenlock durch die *Bum. barriensis*-Gruppe, der sich in anderen Gebieten auch die *Bum. insignis*-Gruppe anschliesst, und schliesslich Ludlow durch die *Bum. armatus*-Gruppe.

Auch die kleinen *Phacops*formen haben stratigraphisches Interesse; sie fangen im Unteren Llandovery an mit der echten *Phacops elliptifrons*, Esm. Im Oberen Llandovery finden sich Zwischenformen zwischen dieser und *Phacops Stokesi*, Salt., die in dem unteren Teil von Wenlock in typischer Form auftritt. Zu oberst im Wenlock findet sich im norwegischen Silur die letzte Form dieser Entwicklungsreihe. Im Ludlow wird sie von *Phacops Musheni*, Salt. abgelöst.

Die hier erwähnten Trilobiten sind die wichtigsten in stratigraphischer Beziehung für das norwegische Obersilur; die 4 Abteilungen oder Etagen (Unteres Llandovery, Oberes Llandovery, Wenlock und Ludlow) werden durch sie vielleicht etwas schärfer charakterisiert als durch Korallen und Brachiopoden besonders Wenlock und Ludlow; aber noch deutlicher tritt doch eine natürliche Zweiteilung des Obersilurs hervor auf Grund des reichen Auftretens der *Illaenus*-Formen im Unteren und Oberen Llandovery und ihres fast vollständigen Verschwindens im Wenlock. Auch verschiedene Gruppen von

[1] Pag. 498.

Bumastus charakterisieren, wie erwähnt. die beiden grossen Teile des Obersilurs auf vortreffliche Weise.

Die Untersuchung liesse sich auch auf die übrigen marinen Litoralfaunen ausdehnen; ich erachte jedoch das hier Angeführte für völlig hinreichend, um zu zeigen, dass die Entwicklung der litoralen Fauna durch das Obersilur in den nordeuropäischen Silurgebieten **nicht** dazu berechtigt das Obersilur, wie es im allgemeinen geschieht, in 3 faunistisch gleichwertige Abschnitte: Llandovery, Wenlock und Ludlow zu teilen.

Wenden wir uns nun zu der pelagischen Fauna, deren Überreste sich vorzugsweise in den Tiefwasserfacies des Graptolithenschiefers erhalten finden, so würde man a priori nicht erwarten, dieselbe Einteilung aus ihrer Entwicklung wie aus derjenigen der Litoralfauna herleiten zu können. Die biologischen Verhältnisse in diesen beiden grossen Lebensgebieten sind ja ganz verschieden, und es liegt daher nahe sich vorzustellen, dass die grossen Stufen der Entwicklung dieser Faunen wahrscheinlich in verschiedene Zeiten fallen würden. Eine detailliertere Übereinstimmung findet sich denn auch nicht; aber eins tritt doch deutlich hervor, und das ist hier das Wichtigste, nämlich, dass auch nach der Entwicklung der Graptolithen das Obersilur in zwei grosse Abschnitte zerfällt. Der unterste, der fast genau dem Llandovery entspricht, zeichnet sich aus durch Diplograptiden, *Rastrites* und die ersten Monograptiden; der oberste, Wenlock und Ludlow entsprechend, wird dagegen durch Monograptiden, Cyrtograptiden und *Retiolites* ausgezeichnet.

Die 5-teilung des Obersilurs, die von Peach und Horne vorgeschlagen worden ist, halte ich für keine Verbesserung der üblichen Dreiteilung. Diese Forscher stellen Downtonian als eine oberste Abteilung oder Etage auf, dem Llandovery, Wenlock und Ludlow beigeordnet, und sondern zugleich zwischen Llandovery und Wenlock eine Tarannon-Etage aus.

Das schottische Downtonian ist eine mächtige Abteilung von Konglomeraten, gelben, roten und schokoladefarbigen Sandsteinen und Schiefern, die vom Ludlow zum unteren Old Red hinüberführt. Sie wird dem Downtonian in Herefordshire und Wales (Tilestones, Downton Sandstone, Ledbury Shales) beigeordnet und enthält eine eigentümliche Fauna, bestehend aus Phyllocariden, Gigantostraken und Fischen zusammen mit sehr spärlichen Überresten von Spongien und Bryozoen. Diese Fauna tritt indessen schon in dem darunter liegenden Ludlow auf, und von neuen Typen finden sich im Downtonian in Wirklichkeit nur

einzelne Fische. Indessen ist die obersilurische Fischfauna noch so wenig bekannt und tritt in so lokalen Faunen auf, offenbar in ganz bestimmten Facies, dass es nicht berechtigt erscheint, nur daraufhin eine eigene Etage auszusondern. Eine Untersuchung der Fischfauna im Obersilur und Devon zeigt ausserdem[1], dass eine in den Hauptzügen übereinstimmende Fischfauna vom Ludlow in das Untere Old Red hinaufsteigt.

Auch in Shropshire zeigt es sich, besonders nach den neuen Untersuchungen von Miss Elles und Slater[2], deutlich, dass Temeside Group (= Downtonian) nur eine eigentümliche Faciesentwicklung von Ludlow ist (Brackwasserfacies?). Von den gewöhnlichen marinen Tieren treten keine neuen Formen auf; es tritt nur eine Verarmung der früheren Fauna ein.

Downtonian ist somit nur eine eigentümliche Facies des obersten Teils des Obersilurs, und ich werde im letzten Abschnitt zu beweisen suchen, dass diese Facies, die besonders England und Schottland auszeichnet, in Norwegen durch ausgeprägtere marine Ablagerungen ersetzt wird, deren Fauna der gewöhnlichen Ludlowfauna so nahe steht, dass sie nicht zur Aussonderung einer eigenen Etage oder Series berechtigt.

Auch das sogenannte Tarannon muss ich auf ähnliche Weise betrachten; diese Serie besteht aus Graptolithenfacies, die in litoraler Faciesentwicklung dem obersten Teil von Llandovery und dem unteren Teil des Wenlock entsprechen.

Nach dem, was ich hier entwickelt habe, lässt sich das Obersilur in seiner litoralen Faciesentwicklung ganz natürlich nach der Entwicklung der marinen Fauna in zwei grosse Abschnitte oder Gruppen teilen: die untere dem Llandovery, die obere dem Wenlock und Ludlow entsprechend. Es fällt natürlich, diese Gruppen wiederum in zwei kleinere Abteilungen oder Etagen (englisch: series) zu teilen. Die in England und Schottland angewandte Einteilung in 3 oder 5 gleichwertige Serien stimmt weniger gut mit der faunistischen Entwicklung überein. Auch die obersilurische Entwicklung der Graptolithenfacies lässt sich natürlich in dieselben beiden grossen Gruppen teilen.

Da die Graptolithen sicherlich mehr homochrone Leitfossilien sind als die litorale Fauna, könnte die Versuchung nahe liegen, auch die

[1] Frech, Lethaea palaeozoica II. 1. 1897, Pag. 123.
[2] Miss Elles & Miss Slater, On the highest Silurian Rocks of the Ludlow district. (Quart. Journ. Geol. Soc. LXII. 1906).

feinere Einteilung des Obersilurs in litorale Facies auf Grundlage des Auftretens der Graptolithen zu versuchen. Dies lässt sich indessen in Gebieten mit ausschliesslicher oder durchgehender Litoralfaciesentwicklung nicht durchführen, da man in der Regel nicht bestimmen kann, wie grosse Abschnitte der litoralen Entwicklung den einzelnen Graptolithenzonen entsprechen. Man muss daher für litorale Gebiete — wie ich es oben getan habe — die Einteilung zu finden suchen, die der Entwicklung der litoralen Fauna am besten entspricht. Freilich gewinnt dann die von mir vorgeschlagene Einteilung an Bedeutung dadurch, dass sich die deutliche Zweiteilung des Obersilurs in litoraler Faciesentwicklung auch für seine Entwicklung als Graptolithenfacies nachweisen lässt.

Die untere Gruppe des Obersilurs in litoraler Entwicklung nenne ich dann Llandovery, die obere Wenlock-Ludlow.

Die natürliche Einteilung des norwegischen Obersilurs wird demnach folgende, die ich auch im speciellen Teil angewandt habe:

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).
II. Oberes Llandovery (Etage 7).

B. Wenlock-Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).
IV. Ludlow (Etage 9).

X.

KURZE ÜBERSICHT

DES

OBERSILURS IM KRISTIANIAGEBIETE.

Im speziellen Teil dieser Arbeit habe ich meine Detailuntersuchungen über das Obersilur im Kristianiagebiete vorgelegt. Es sind die faktischen Beobachtungen, die hoffentlich eine sichere Grundlage für genauere faunistische Studien geben werden.

In diesem Abschnitt will ich nun eine kurze übersichtliche Darstellung der gewonnenen Resultate geben.

Wie in der Einleitung hervorgehoben, können die verschiedenen obersilurischen Vorkommnisse im Kristianiagebiete in eine Reihe obersilurischer Gebiete eingeteilt werden, die sich in stratigraphisch-faunistischer Hinsicht mehr oder weniger von einander unterscheiden. Diese Gebiete, die ich jedes für sich beschrieben habe, sind folgende:

I. Das Gebiet auf Ringerike.
II. Das Gebiet auf Malmø und den benachbarten Inseln.
III. Das Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand.
IV. Das Gebiet bei Skien und Porsgrund.
V. Das Gebiet in Asker und Bærum.
VI. Das Gebiet auf Hadeland.
VII. Das Gebiet beim Mjøsen.

Zum Schluss habe ich eine Reihe von kleineren oder in stratigraphisch-faunistischer Beziehung weniger wichtigen Vorkomnissen von Obersilur kurz besprochen, die zwischen den 7 Hauptgebieten gelegen sind (Abschnitt VIII).

Die nähere Untersuchung der Faciesentwicklung in diesen obersilurischen Gebieten hat nun gezeigt, dass 3 Haupttypen sehr deutlich hervortreten, nämlich in dem südlichen und mittleren Teil des Kristianiagebietes (I—VII)

eine westliche und östliche, weiter im N. beim Mjøsen eine nördliche.

Die westliche Entwicklung ist am reinsten ausgeprägt in dem Gebiete auf Ringerike (I), wo sich die obersilurische Schichtenreihe sehr vollständig und gut entblösst findet. Sehr übereinstimmend sind die Gebiete bei Skien (IV) und teilweise auf Hadeland (VI). Zu oberst im Obersilur (Ludlow) unterscheidet sich jedoch das Skiensgebiet von der Entwicklung auf Ringerike und schliesst sich der Entwicklung, die sich längs der Ostseite des Kristianiagebietes findet, eng an. Diese östliche Entwicklung ist am schärfsten entwickelt in dem kleinen, aber versteinerungsreichen Malmøgebiet in dem östlichsten Teil des inneren Kristianiafjords (II). Ludlow fehlt hier, aber alle übrigen Zonen zeigen einen grösseren oder kleineren Unterschied in der Faciesentwicklung von der, die für die westliche Entwicklung eigentümlich ist.

Zwischen dem letztgenannten Gebiet und der langen Zone mit westlicher Entwicklung von Skiensdalen im Süden über Ringerike bis nach Hadeland liegen die Gebiete auf den Inseln bei Holmestrand (III) und in Asker und Bærum (V), in denen die einzelnen Zonen bald westliche, bald östliche Faciesentwicklung zeigen, aber auch in ganz eigentümlichen Facies auftreten können.

In betreff dieser dazwischen liegenden Gebiete spielt deutlicherweise die Lage eine wesentliche Rolle. Das interessante und versteinerungsreiche Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand liegt somit in der Nähe der östlichen Begrenzung des Kristianiagebietes und zeigt demgemäss die grösste Ähnlichkeit mit dem Malmøgebiet. Von besonderem Interesse ist hier die reiche Entwicklung des Ludlow, das mit ganz anderen Facies auftritt als auf Ringerike, und deutlicherweise die östliche Faciesentwicklung dieses obersten Teiles des Obersilurs repräsentiert. Auch das Gebiet in Asker und Bærum liegt dem Malmøgebiet näher als Ringerike und hat demnach grössere Ähnlichkeit mit der östlichen als mit der westlichen Entwicklung. Beide Gebiete zeigen jedoch in einzelnen Zonen sehr interessante Eigentümlichkeiten. Auch mehrere andere Vorkomnisse von Obersilur, die sich zwischen den Hauptgebieten finden, verhalten sich in ihrer Faciesentwicklung ganz in derselben Weise.

Dieser grosse Unterschied in der Faciesentwicklung westlich und östlich im südlichen und mittleren Teil des Kristianiagebietes ist vermutlich darin begründet, dass die obersilurischen Sedimente in dem westlichen Teil des Kristianiagebietes auf seichterem Wasser und in grösserer Nähe einer Küstenlinie abgelagert waren, als die in dem östlichen Teil befindlichen Sedimente.

Dies zeigt sich unter anderem darin, dass terrigene Sedimente eine grössere Rolle spielen und oft von gröberer klastischer Natur in der westlichen Entwicklung sind als in der östlichen; in der folgenden Schilderung werde ich öfters auf dies interessante Verhältnis zurückkommen.

In dem nördlichen Gebiet beim Mjøsen findet man einen noch grössere Unterschied von den südlicheren Gebieten als zwischen den schon besprochenen westlichen und östlichen Faciesentwicklungen. Das Gebiet auf Hadeland bildet in einzelnen Beziehungen einen Übergang.

Ausser diesen Haupttypen findet sich eine reiche Variation von kleineren Unterschieden in der Faciesentwicklung der verschiedenen Zonen. Ich war deshalb gezwungen, die spezielle Beschreibung weitläufig zu machen, um eine wahre Vorstellung von dem Reichtum der Facies in unserem Obersilur zu geben.

Ich werde im folgenden jede Etage für sich behandeln und speziell die Faciesveränderungen berücksichtigen, die sich in den verschiedenen Gebieten vollziehen.

A. Llandovery.

I. Unteres Llandovery (Etage 6).

a. Die Entwicklung in den verschiedenen Gebieten.

Das Untere Llandovery ist in den verschiedenen Gebieten sehr verschieden entwickelt; die Mächtigkeit variiert von 8.5—150 m. und die auftretenden Facies unterscheiden sich in faunistischer Beziehung oft bedeutend voneinander. Tonschiefer und grobklastische Sedimente spielen in allen Gebieten die hervorragendste Rolle, während Kalksteine mehr zurücktreten, ja sogar ganz fehlen können.

1. Die westliche Entwicklung.

In dem Gebiete auf Ringerike, das für diese Entwicklung typisch ist, lassen sich folgende 3 Zonen unterscheiden:

6 a. Die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. ca. 20 m.
6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. ca. 50 m.
6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. ca. 45 m.

Die ganze Etage hat demnach hier eine Mächtigkeit von ca. 115 m. Die untere Zone besteht aus ziemlich reichlichem Tonschiefer mit

Kalksandsteinplatten und Kalkschichten, die oft reich an Fossilien sind. Die Fauna setzt sich wesentlich aus Brachiopoden mit einigen Korallen und Trilobiten zusammen. Während die Korallen alle Formen sind, die sich bereits in Etage 5 gezeigt haben, bestehen die Brachiopoden und Trilobiten wesentlich aus neuen Formen, die für das Llandovery eigenartig sind (Pag. 42) Ich hebe folgende hervor:

Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Orthis pentlandica, Dav.
Leptocoelia hemisphaerica, Sow.
Rhynchonella sp.
Barrandella undata, Sow.
Phacops elliptifrons, Esm.
Illaenus cf. *Thomsoni*, Salt.

In der mittleren, ca. 50 m. mächtigen Zone ist der Schiefer meistens sehr sparsam, während dicke Bänke von Sandstein, die stets kalkhaltig sind, stark hervortreten, besonders in dem untersten und obersten Teil der Zone. Zwischen den Sandsteinbänken finden sich Schichten von unreinem, oft bituminösem Kalk, die in der Regel voll von schlecht erhaltenen Brachiopoden und Bryozoen sind. Die Fauna in dieser Zone, die eine reine Seichtwasserablagerung ist, ist artenarm, aber oft sehr individuenreich. Reiche Tierformationen werden gebildet von:

Rhynchonella Weaveri, Salt.
Strophomena expansa, Sow.
Helopora sp.

Zwischen den obersten dicken Sandsteinbänken tritt besonders *Strophomena expansa*, Sow. in ungeheuren Mengen und in grossen, prachtvollen Exemplaren auf. Korallen und Trilobiten treten ganz in den Hintergrund.

Auf dies *Strophomena expansa*-Niveau folgt alsdann die Zone 6 c, wiederum mit reicherem Schiefer, dünneren Sandsteinschichten und zahlreicheren Kalkschichten. Der Übergang von 6 b zu 6 c ist indessen nicht scharf, indem die Sandsteinschichten in dem unteren Teil von 6 c oft ziemlich dick sind, und die Fauna hier geringe Veränderung von der darunter liegenden Zone zeigt.

In diesem unteren Teil finden sich Schichten voll von *Orthis pentlandica*, Dav. und *Strophomena expansa*, Sow., im oberen Teil treten Kalkschichten mit reichen Formationen von *Atrypa reticularis*, L. und *Rhynchonella 10-plicata* Sow. auf. Die Fauna ist ebenso wie früher

individuenreich, aber artenarm. Korallen und Trilobiten treten zahlreicher auf als früher, besonders allgemein ist *Phacops elliptifrons*, Esm. (Pag. 52).

Nach oben zu geht diese Zone ohne grössere Faciesveränderung in die untere Zone des Oberen Llandovery über.

Das Untere Llandovery zeigt somit auf Ringerike keine grossen Faciesveränderungen. Die Schichtenreihe besteht durchgehends aus graugrünen Schiefern, Kalkschichten und Schichten aus feinen kalkhaltigen Sandsteinen; in einzelnen Teilen, besonderes in dem oberen Teil von 6 b, werden diese letzteren vorherrschend, in anderen Teilen treten sie mehr zurück, während der Schiefer gleichzeitig reichlicher und die Kalkschichten häufiger und reiner werden. Die Fauna hat auch in allen 3 Zonen, wie es sich zeigt, ein gleichartiges Gepräge, wesentlich zusammengesetzt aus Brachiopoden, die in wenigen Arten, aber oft in Mengen von Individuen auftreten. Die Fauna in den einzelnen Kalkschichten besteht oft fast ausschliesslich aus einer oder zwei Brachiopodenformen; diese treten in so grosser Menge auf, dass andere Formen entweder zu fehlen scheinen oder selten sind. Dieselben Verhältnisse finden sich auch in den Meeren der Jetztzeit und sind von Stuxberg Tierformationen genannt worden, eine Bezeichnung, die in dieser Arbeit benutzt ist (Siehe Pag. 43). Solche finden sich in 6 a, gebildet aus *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow., in 6 b aus *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow., *Strophomena expansa*, Sow. und *Rhynchonella Weaveri*, Salt., in 6 c aus *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. und *Atrypa reticularis*, L. Auch eine feinzweigige Bryozoe tritt in derselben Weise auf.

In den drei Zonen ist die faunistische Entwicklung gering; es ist eine Minderzahl von Arten, die jede einzelne von ihnen kennzeichnet, und die bereits genannt sind. Eine hervortretende Form in 6 a und b ist *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow., die mit ihren kleinen gerippten, flachen Schalen ganze Kalkschichten aufbaut. Sie wird in 6 c durch *Atrypa reticularis*, L. ersetzt, die auf Ringerike nicht tiefer hinab zu gehen scheint. Dies ist nur in lokalen Verhältnissen begründet, da sie sich in Asker und Bærum in 6 a findet. Dagegen scheint erstgenannte im norwegischen Silur überall sehr charakteristisch für den unteren Teil des Unteren Llandovery zu sein (a—b).

Weiter im S. findet man entlang der Westseite des Kristianiagebietes, überall wo Unteres Llandovery erhalten ist, eine ähnliche Entwicklung. So in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund, wo die Schichtenfolge ausgezeichnet aufgeschlossen ist (Pag. 256). Die Mächtigkeit scheint

etwas geringer zu sein — ca. 100 m., aber die Faciesentwicklung stimmt gut mit derjenigen auf Ringerike überein. Dieselben Zonen können unterschieden werden, und die Unterschiede, die vorhanden sind, bestehen darin, dass grobklastische Sedimente noch mehr vorherrschen. Die schieferreiche Facies, womit das Untere Llandovery auch hier anfängt, ist weniger mächtig geworden, und mächtige Kalksandsteinbänke herrschen noch im unteren Teil der Zone 6 c vor. Zur gleichen Zeit ist die Fauna ärmer geworden, denn die Fossilien sind auch hier an die Schichten mit mehr oder weniger sandigem Kalk gebunden, die hier sparsamer als auf Ringerike auftreten. Von Interesse sind im oberen Teil der Zone 6 b bei Öienkastet (Gunneklevfjord) einige Kalkschichten, die sehr reich an Korallen und Gastropoden waren (Pag. 263).

Zwischen den Gebieten bei Skien und auf Ringerike findet sich das Untere Llandovery wahrscheinlich in derselben Faciesentwicklung in Hedenstad (Pag. 435), bei Mjøndalen gleich W.-lich von Drammen (Pag. 436) und wahrscheinlich auch in Lierdal (Pag. 438). Diese Lokalitäten liegen alle nicht weit von der Westgrenze des Kristianiagebietes entfernt.

N.-lich von Ringerike auf H a d e l a n d trifft man eine noch viel mächtigere Entwicklung von Kalksandstein als in den bisher besprochenen Gebieten (Pag. 382). Hier ist sowohl die oberste Zone des Untersilurs (6 b) als der grösste Teil des Unteren Llandovery als eine einförmige, fast fossilienleere und ca. 105 m. mächtige Schichtenfolge von meistens dickbänkigen Kalksandsteinen entwickelt. Nur ca. 75 m. hinauf fand ich Bänke mit *Rhynchonella Weaveri*, SALT., also die Zone 6 b. Hierüber folgt eine höchstens 10 m. mächtige Folge mit dünnen Kalksandsteinschichten, sparsamen Schiefern und einzelnen fossilienführenden, kalkreicheren Schichten.

Diese sind besonders in dem obersten Meter zahlreich. Gleich hierauf liegt der kompakte *Borealis*kalk, 7 a. Der grösste Teil dieser dünnschichtigen oberen Zone des Kalksandsteins muss unzweifelhaft mit dem oberen Teil der Zone 6 c auf Ringerike parallisiert werden. Nur für die obersten Schichten kann man im Zweifel sein, ob sie noch als 6 c oder als die untersten Schichten der Zone 7 a weiter im S. aufzufassen sind. Wahrscheinlich ist die letzte Auffassung die richtige, kann wohl aber kaum sicher bewiesen werden, weil die *Meristella* sp., die in dieser Beziehung wichtig ist, bei Skien auch im oberen Teil der Zone 6 c reichlich vorkommt. Ich fange deshalb in dieser Arbeit hier das Obere Llandovery mit dem charakteristischen *Borealis*kalk an, der eine ausgezeichnete Grenze bildet.

2. Die östliche Entwicklung.

Diese ist am schärfsten in dem kleinen, direkt an der Ostgrenze des Kristianiagebietes liegenden Malmö-Gebiet entwickelt (Pag. 133). Auch hier lassen sich ebenso wie auf Ringerike 3 Zonen im Unteren Llandovery unterscheiden, aber die Faciesentwicklung und Fauna sind sehr verschieden.

6 a. Die Zone mit *Climacograptus normalis*, Lpw., 50—60 m.
- 6 a α. Die Schichten mit *Climacograptus normalis*, Lpw., 40—50 m.
- 6 a β. Die Schichten mit *Barrandella undata*, Sow., ca. 10 m.(?).

6 b. Die Zone mit dem *Atrypa*-Schiefer, ca. 50 m.
- 6 b α. Der *Bilobites biloba*-Schiefer, ca. 30 m.
- 6 b β. Der reiche *Atrypa reticularis*-Schiefer, ca. 20 m.

6 c. Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow., 30—40 m.
- 6 c α. Die untere Abteilung mit den reichen *Stricklandinia*-Schichten, 20—30 m.
- 6 c β. Die obere schieferreiche Abteilung mit den reichen *Strictoporen*-Schichten und *Calostylis*, 7—9 m.

Die Gesamtmächtigkeit beträgt demnach 130—150 m., also bedeutend grösser als in der westlichen Entwicklung.

Die Zone 6 a beginnt mit einer Bank aus Kalkknollenschichten und Schiefer und setzt dann mit reichlichem Tonschiefer und dünnen Platten aus feinem Kalksandstein fort (6 a α). Die Fauna ist äusserst arm; im unteren Teil sind sparsame Exemplare von *Climacograptus normalis*, Lpw. und in der untersten Kalkknollenbank Fragmente eines *Illaenus* sp. mit obersilurischem Typus gefunden worden.

Oberst in dieser Schichtenfolge finden sich sparsame Kalkschichten und Kalklinsen ein (6 a β). In den Kalklinsen und im Schiefer tritt eine artenarme Fauna auf: am allgemeinsten sind *Meristella subundata*, M'Coy und *Barrandella undata*, Sow. (Pag. 135).

Der Übergang von diesen Schichten 6 a β zu der Zone 6 b ist nicht mit Sicherheit gefunden. Möglicherweise ist 6 a β mächtiger als hier angegeben.

Der untere Teil von 6 b gleicht in seiner Facies sehr der vorhergehenden Zone, aber es finden sich spärliche Kalkschichten, und eine *Brachiopoden*fauna stellt sich ein, die noch sparsam ist und wesentlich aus kleinen Formen besteht, der *Bilobites biloba*-Schiefer (Pag. 137). Die Fossilien finden sich teils im Schiefer, teils in kleinen Kalkansamm-

lungen und in den Kalkschichten, die ausgeprägte Tierformationen bilden können. Die hervorragendsten Formen sind:

Orthis canaliculata, Ldm.
Bilobites biloba, L.
Leptaena transversalis, Dalm. *var. minor.* (formationsbildend).
Atrypa reticularis, L.
Meristella subundata, m'Coy.
Barrandella undata, Sow.
Phacops elliptifrons, Esm.
Calymene sp.

Der *Atrypa reticularis*-Schiefer (6 b β), der auf den *Biloba*-schiefer folgt, hat noch reichlicheren Schiefer und dünnere Kalksandsteinschichten; im oberen Teil mehrere Kalkschichten. Der Schiefer ist hier, besonders im oberen Teil, äusserst reich an Fossilien, wesentlich Brachiopoden; es finden sich jedoch auch ganz allgemein mehrere Trilobiten, während andere Tierklassen (Korallen) sehr spärlich sind, ebenso wie in 6 b α. In dieser Fauna dominiert *Atrypa reticularis* L. vollständig; äusserst allgemein ist die grosse Varietät von *Leptaena transversalis*, Dalm. (Pag. 140).

Sehr allgemein sind ferner:

Meristella subundata, m'Coy.
Orthis canaliculata, Ldm.
Phacops elliptifrons, Esm.

Von spärlicher auftretenden Formen sind zu nennen:

Platystrophia biforata, Schl. (in grossen, schönen Exemplaren).
Triplecia insularis, Eichw.
Barrandella undata, Sow.
Calymene sp.
Bumastus brevis, nov. sp.

Die meisten Formen in dieser individuenreichen Fauna treten in grossen, kräftigen Exemplaren auf.

Die Kalkschichten im obersten Teil bilden meistens ausgeprägte Brachiopodenformationen.

Die Zone geht hierdurch ganz gleichmässig in die darauffolgende Zone, 6 c, über, die in ihrem unteren Teil wesentlich durch das massenhafte Auftreten von *Stricklandinia lens*, Sow. gekennzeichnet wird (Pag. 141). Diese Form ist in dem unteren Teil des Llandovery

nicht mit Sicherheit in unserem Obersilur nachgewiesen worden. Die Facies erleidet nun eine Veränderung, indem Kalkschichten viel allgemeiner werden als früher; dies zeigt sich auch in der Fauna, die mehr aus verschiedenen Tierklassen zusammengesetzt wird; besonders werden Korallen viel allgemeiner. Fossilien finden sich oft reichlich im Schiefer; am reichsten sind jedoch die Kalkschichten, die hübsche Brachiopodenformationen bilden. Besonders tritt die *Stricklandinia lens*-Formation hervor; sie wiederholt sich oftmals mit mehreren Varietäten dieser grossen, schönen Form. Von der reichen Fauna kann hier nur eine Minderzahl von Formen genannt werden:

Mastopora fava, Salt.
Favosites Gotlandicus, L.
Propora Grayi, Nich. & Eth., und mehrere Heliolitiden.
Ptychophyllum sp.
Monotrypa und andere feine Bryozoen.
Stricklandinia lens, Sow., in ganzen Schichten.
Atrypa reticularis, L., in ganzen Schichten.
Meristella sp. Sehr allg.
Atrypa imbricata, Dalm.
Tentaculites Anglicus, Salt. Sehr allg.

Im übrigen alle die früher genannten Brachiopoden (mit Ausnahme von *B. biloba*) und Trilobiten.

Der oberste Teil von 6 c ist sehr schieferreich und hat gewisse faunistische Eigentümlichkeiten, die bewirken, dass er sich als eine eigene Unterzone aussondern lässt (Pag. 143). Hier finden sich Kalkschichten, die ganze *Stictopora*-Formationen bilden. Besonders im oberen Teil, wo sich immer zahlreichere Kalkschichten und Kalkknollenschichten einfinden — faciell Übergang zu 7 a — ist die Fauna ungewöhnlich reich. Man sieht hier oft ein förmliches Gewimmel von Fossilien, wesentlich Korallen, Bryozoen und Brachiopoden.

Von Formen, die in 6 c α selten sind, oder die in 6 c β zum ersten Male (*) auftreten, können erwähnt werden:

Plasmopora stella, Ldm. *
Calostylis denticulata, Kjerulf *.
Stictopora (?) *Malmöensis*, Kjerulf.
Orthis cf. *rustica*, L.
Strophomena cf. *pecten*, L. *.
Leptaena transversalis, var. *Duvalii*, Dav. *.

Leptaena 5-costata, * M'COY.
Illaenus longispinosus, KIÆR nov. sp. * (selten, wesentlich charakteristisch für 7 a—b).

Hier ist das eigentliche Niveau im Malmögebiet für die merkwürdige Koralle *Calostylis denticulata,* KJERULF. Die Originalexemplare für die Kjerulfschen Abbildungen stammen von hier; diese Koralle setzt hoch oben im Oberen Llandovery fort und findet sich im Asker- und Bærum-Gebiet auch in 6 a, wennschon äusserst selten. Sie findet sich somit durch das ganze Llandowery und kennzeichnet lokal bald die eine, bald die andere Zone der verschiedenen Gebiete. Dies ist ein Verhältnis. das sich bei vielen anderen Fossilien wiederholt und bewirkt, dass man sehr vorsichtig damit sein muss, das Vorkommen einer einzelnen Art innerhalb eines einzelnen Gebietes zu generalisieren.

Hiermit wird das Untere Llandovery im Malmögebiet abgeschlossen.

Grosse Übereinstimmung mit dem Malmögebiet zeigt im Unteren Llandovery das Gebiet in Asker und Bærum, das sonst eine interessante Zwischenstellung zwischen dem westlichen und östlichen Typus einnimmt (Pag. 317). Es hat auch, speciell im unteren Teil, wichtige Eigentümlichkeiten aufzuweisen, die in anderen Gebieten nicht gefunden sind. Besonders ist hervorzuheben, dass die unteren Zonen, obwohl sie Ähnlichkeit mit denjenigen im Malmögebiet zeigen, oft sehr fossilienreich sind. Die faunistische Entwicklung lässt sich deshalb in diesem Gebiet viel besser überblicken.

Nach den ausgezeichneten Profilen in Asker unterscheide ich folgende Zonen:

6 a α. Die schieferreiche Zone mit *Triplecia insularis*, EICHW. ca. 20 m.

6 a β. Die kalkreiche Zone mit *Meristella subundata*, M'COY. und den *Streptis*-Schichten, ca. 45 m.

6 b α. Die fossilienarme Zone mit den dicken Kalksandsteinschichten, 14—15 m.

6 b β. Die schieferreiche Zone mit Kalkschichten reich an *Cyphaspis* sp. und *Bumastus brevis*, KIÆR, ca. 27 m.

- 6 b β_1. Der untere Teil mit zahlreichen Kalksandsteinschichten (*Cyphaspis*-Schichten), 9.5 m.
- 6 b β_2. Der obere Teil ohne Kalksandsteinschichten (*Bumastus*-Schichten), 17.5 m.

6 c α. Die kalkreiche Zone mit *Stricklandinia lens*, SOW., 50—60 m.

6 c β. Die schieferreiche Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow. und den ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe, ca. 10 m.

Obwohl die Zoneneinteilung ähnlich wie im Malmögebiet durchgeführt werden konnte, mussten wegen faunistischer Unterschiede, wie man sieht, die Bezeichnungen meistens anders gemacht werden.

Der Unterschied von der Entwicklung im Malmögebiet ist im unteren Teil am grössten. Die knollige Kalkbank, womit dort das Obersilur eingeleitet wird, fehlt; schieferreiche Ablagerungen finden sich sofort ein und enthalten oft eine sehr reiche Fauna, wesentlich aus Brachiopoden und Trilobiten bestehend. In dieser Fauna (6 a α) interessiert speziell eine Reihe von Formen, die im Malmögebiet teils in 6 b, teils in 6 c sich erst zeigen. Ich nenne hier von solchen:

Calostylis denticulata, Kjerulf.
Orthis rustica, L.
Orthis cf. *canaliculata*, Ldm.
Strophomena euglypha, His.
Leptaena transversalis, Dalm.
Atrypa reticularis, L.

Sonst überrascht der Reichtum an *Atrypa*- und *Illaenus*-Formen. Ganz formationsbildend sind stellenweise *Barrandella undata*, Sow. und *Triplecia insularis*, Eichw. Ich muss übrigens auf die Spezialbeschreibung hinweisen (Pag. 335).

Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass diese unterste Zone selbst innerhalb Asker und Bærum ziemlich verschieden entwickelt sein kann (Pag. 329). Dies steht augenscheinlich im Zusammenhang mit dem in diesem Gebiet besonders starken Facieswechsel in der Zone 5 b.

Der obere Teil von 6 a wird von einer mächtigen, kalkreichen Abteilung gebildet (6 a β), die im Malmøgebiet nur schwach entwickelt erscheint (Pag. 346). Sie enthält eine ganz reiche Fauna, in welcher besonders im oberen Teil auch Korallen — jedoch keine neuen Formen — ganz allgemein sind, während sie tiefer unten in 6 a α sehr selten waren. Die Fauna zeigt im ganzen wenig Unterschied von derjenigen in der vorigen Zone. Als eine Neuerwerbung kann wohl die kleine, hübsche *Streptis*-Form angesehen werden, die in Asker besonders eine ausserordentlich reiche Formation bildet (Pag. 337). Sonst sind die schon früher auftretenden *Illaenus*formen und *Meristella subundata*, m'Coy allgemein.

Mit der Zone 6 b tritt eine Veränderung in ähnlicher Weise wie im Malmögebiete ein; die Kalkschichten verschwinden nämlich jetzt und tauchen erst höher (in 6 b β) allmählich auf, bis sie in 6 c α wieder zahlreich werden. In Verbindung hiermit steht die eigentümliche Veränderung in der Fauna, die in beiden Gebieten in ähnlicher Weise vor sich geht. Erst wird die Fauna ganz arm, dann wieder reicher und reicher, bis sie in der typischen *Stricklandinia*-Zone (6 c α) kulminiert, alles natürlich in lokalen biologischen Verhältnissen begründet. Auch der eigentümliche mikrofaunistische Charakter der Fauna ist in Asker ebenso deutlich ausgeprägt wie im Malmögebiete. Die Übereinstimmung zwischen den beiden Gebieten ist in diesem mittleren und oberen Teil der Etage grösser als im unteren. Jedoch sind in den Einzelheiten mehrere Unterschiede vorhanden, die den genauen Vergleich der Zonen schwierig machen.

Der unterste Teil von 6 b (6 b α) zeichnet sich durch das Fehlen von Kalkschichten, ausserordentlich dicke Kalksandsteinschichten und grosse Fossilienarmut aus. Höher hinauf (6 b β) finden sich Kalkschichten ein, die wie auch der Schiefer eine interessante und reiche Fauna enthalten, die diejenige im Malmögebiete in sehr glücklicher Weise suppliert (Pag. 323). Von den zahlreichen Formen, aus einigen Korallen, Brachiopoden, Trilobiten und Molusken bestehend, hebe ich im unteren Teil Formen von *Phaetonides* und *Cyphaspis*, im oberen den ersten *Bumastus* hervor. Dieser *Bumastus brevis*, Kiær (nov. sp.) angehört einer eigentümlichen *Bumastus*-Gruppe, die für unser Llandovery sehr charakteristisch ist; in denselben Schichten kommen riesige Glabellen und Pygidien von *Illaenus Thomsoni*, Salt. vor. Sehr interessant ist, dass die wichtige Form *Stricklandinia lens*, Sow. in Asker und Bærum früher auftritt als im Malmögebiete, nämlich schon im untersten Teil von 6 b β. Hervorzuheben ist auch, dass der im Malmögebiet so hervortretende *Atrypa*-Schiefer hier nicht in ähnlicher Weise entwickelt ist, obwohl der schieferreiche obere Teil (6 b β_2) in gewissen Beziehungen daran erinnert.

Noch grösser ist die Übereinstimmung in der eigentlichen *Stricklandinia lens*-Zone, besonders an den Stellen, wo sie nicht in sehr kalkreicher Entwicklung vorhanden ist. Diese Zone enthält an einzelnen Stellen eine beträchliche Menge von Kalksandsteinschichten, an anderen dagegen fehlen solche fast vollkommen, während die Kalkschichten sehr zahlreich werden. Die Fauna stimmt in beiden Facies gut mit derjenigen im Malmögebiete überein, ist aber in der letzteren viel reicher

an Korallen. Besonders *Favosites asper*, d'Orb. und ein sehr grosses *Cyathophyllum* kommen stellenweise massenhaft vor (Pag. 339).

Stricklandinia lens, Sow. tritt in ganzen Formationen auf, die aber nicht so zahlreich wie im Malmögebiet sind.

In der obersten Zone des Unteren Llandovery (6 c β) tritt uns in beiden Gebieten ein ähnlicher Facieswechsel entgegen: im unteren Teil wieder eine schieferreiche Facies mit dicken Kalksandsteinschichten, die in Asker und Bærum besonders hervortreten. Im oberen Teil werden die Kalkschichten zahlreicher und zahlreicher, und die Facies geht in dieser Weise allmählich in den unteren Teil des *Pentamerus*-Kalks über (Pag. 351). In den Einzelheiten sind jedoch viele Unterschiede vorhanden, die auch in der Fauna zum Ausdruck kommen. Die *Stictopora*(?) *Malmoensis*, Kjerulf. die im Malmögebiet in reichen Formationen auftritt, kommt hier nur vereinzelter vor, und die reiche Korallen und Bryozoen-Fauna, die dort in den oberen Schichten so wundervoll entwickelt ist, findet man hier nur sparsam wieder; ja der eigentümliche *Calostylis* ist scheinbar ganz verschwunden. Als Ersatz treten andere interessante Formen hier auf, die dort fehlen. *Stricklandinia lens*, Sow. ist noch allgemein und mit dieser zusammen findet sich, an einzelnen Stellen sogar in Mengen, die erste Form der *Pentamerus oblongus*-Reihe; die sich somit hier früher zeigt als in den übrigen norwegischen Gebieten. Diese eigentümlichen *Pentamerus*schichten scheinen nur an solchen Stellen vorzukommen, wo die nächst ältere Zone in kalkreicher Facies sich findet. Allgemein sind auch stellenweise eine grosse *Meristella*, die schöne *Orthis Wisbyensis*, Ldm. und eine Mikrofauna von *Beyrichia* und *Primitia*.

Das Untere Llandovery ist, wie man sieht, in Asker und Bærum von ganz speziellem Interesse. Die successiven Faunen sind sehr reich, und die Facies wechselt selbst innerhalb dieses Gebietes in den verschiedenen Zonen nicht unerheblich. Es ist deshalb in diesem kurzen Überblick unmöglich, eine richtige Vorstellung von dem Reichtum dieses Gebietes zu geben; selbst die Spezialbeschreibung lässt hier vieles unberücksichtigt, das erst durch weitere Untersuchungen klargestellt werden kann.

Auch auf den Inseln bei Holmestrand, die nicht weit von der Ostgrenze des Kristianiagebiets liegen, kommt das Untere Llandovery in der östlichen Faciesentwicklung vor; doch lässt sich hier nur 6 c studieren, die grosse Übereinstimmung mit der Entwicklung im Malmögebiet zeigt. In dem oberen schieferreichen Teil kommen reiche *Sticlopora*-Formationen zusammen mit Mengen einer eigentümlichen *Zaphrentis*-

Die Parallelisierung der Zonen des Unteren

	Östliche Entwicklung.	
	Malmø und Holmestrand.	Asker und Bærum.
6 a. Die Zone mit *Climacograptus normalis* Lpw.	6 a α. Die Schichten mit *Climacograptus normalis*, Lpw. 40—50 m.	6 a α. Die schieferreiche Zone mit *Triplecia insularis*, Eichw. ca. 20 m.
	6 a β. Die Schichten mit *Barrandella undata*, Sow. ca. 10 m. (?)	6 a β. Die kalkreiche Zone mit *Meristella subundata*, M'Coy und den *Streptis*-Schichten ca. 45 m.
6 b. Die Zone mit dem *Atrypa*-Schiefer.	6 b α. Der *Bilobites biloba*-Schiefer ca. 30 m.	6 b α. Die fossilienarme Zone mit den dicken Kalksandsteinschichten 14-15 m.
	6 b β. Der reiche *Atrypa reticularis*-Schiefer ca. 20 m.	6 b β. Die schieferreiche Zone mit Kalkschichten reich an *Cyphaspis* sp. und *Bumastus brevis*, Kiær. ca. 27 m. 6 b β_1. Die *Cyphaspis*-Schichten 9.5 m. 6 b β_2. Die *Bumastus*-Schichten. 17.5 m.
6 c. Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow.	6 c α. Die untere Abteilung mit den reichen *Stricklandinia*-Schichten 20—30 m.	6 c α. Die kalkreiche Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow. 50—60 m.
	6 c β. Die obere schieferreiche Abteilung mit den reichen *Stictopora*-Schichten und *Calostylis*. 7—9 m.	6 c β. Die schieferreiche Zone mit *Strickl. lens*, Sow. und den ersten Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe ca. 10 m.
	130—150 m.	ca. 170 m.

Llandovery in den verschiedenen Gebieten.

Westliche Entwicklung.			Nördliche Entwicklung.
Ringerike. (Lier (?)).	Skien und Porsgrund (Hedenstad, Mjøndal).	Hadeland.	Mjøsen.
6 a. Die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. ca. 20 m.	6 a. Die Zone mit *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. 7–8 m.	6 a–6 c (unterer Teil). Dickbänkiger, fast fossilienleerer Sandstein, ca. 90 m. Nur ca. 35 m. von oben wurde ein Horizont mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. gefunden. Die untere Grenze ganz unbestimmt.	6 a–6 c (unterer Teil). Dicke Bänke von grobkörnigen Quarzsandsteinen, in der Mitte mit dünneren Kalksandsteinschichten. Gewöhnlich nicht mehr als 6–7 m. mächtig, scheint aber bis auf ca. 22 m. steigen zu können.
6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. ca. 50 m.	6 b. Die Zone mit *Rhynchonella Weaveri*, Salt. ca. 50 m.		
6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. ca. 45 m.	6 c. Die Zone mit *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. ca. 40 m.	6 c (oberer Teil). Dünne Kalksandsteinschichten und Kalkschichten mit einer Fauna des westlichen Typus. ca. 10 m.	6 c (oberer Teil). Dünne Kalksandsteinschichten und Kalkschichten mit einer Fauna des westlichen Typus. Gewöhnlich nur 2.5 m. (–8 m.).
ca. 115 m.	ca. 100 m.	ca. 100 m.	8.5 (–30 (?)) m.

Form und *Mastopora* vor. Interessant ist, dass einzelne Formen auftreten, die sonst der westlichen Entwicklung eigen sind, nämlich *Meristella* sp., *Rhynchonella 10-plicata*, Sow. und *Strophomena expansa*, Sow. Ausserdem muss hervorgehoben werden, dass die Mächtigkeit der Zone 6 c β grösser erscheint als weiter im N. Einzelne Unterschiede machen sich somit auch hier bemerkbar (Pag. 193).

3. Die nördliche Entwicklung.

Nachdem ich jetzt die Verhältnisse im südlichen und mittleren Teil des Kristianiagebietes geschildert habe, muss ich noch die Veränderungen berücksichtigen, die in dem nördlichen Gebiet beim Mjøsen stattfinden. In der mächtigen grobklastischen Schichtenfolge des Unteren Llandovery auf Hadeland konnten, wie gesagt, die einzelnen Zonen der westlichen Entwicklung wegen Fossilienarmut nur teilweise wieder erkannt werden. Dies ist nun in dem nördlichen Faciesgebiet noch gesteigert, indem Fossilien nur in den obersten Schichten der Etage bis jetzt gefunden sind. Zur selben Zeit tritt aber eine starke Verminderung der Mächtigkeit ein, so dass die ganze Etage gewöhnlich nicht mehr als ca. 10 m. mächtig ist (8.5 m. bei der Gjøvik Kalkfabrik). Sie fängt mit dickbänkigen grobkörnigen Quarzsandsteinen an; hierauf folgen dünnere Schichten, dann wieder dicke Bänke von Quarzsandstein und endlich oberst eine dünnschichtige Abteilung mit einzelnen fossilienführenden kalkreicheren Schichten. Die Fauna in diesen hat einen westlichen Typus und ist augenscheinlich durch ungünstige biologische Verhältnisse ganz verarmt (Pag. 429). Hadeland bildet somit im untersten Teil des Obersilurs einen Übergang zwischen den westlicheren und nördlicheren Faciesentwicklungen — und der Unterschied hier im N. besteht mehr in Eigentümlichkeiten der Sedimentbildung als in abweichenden faunistischen Verhältnissen.

Über die Parallelisierung der Zonen in den verschiedenen Gebieten will ich hier nur einige Bemerkungen im Anschluss an die Tabelle machen. In den Gebieten mit ähnlicher Entwicklung lassen sich die einzelnen Zonen mit ziemlich grosser Sicherheit parallelisieren, so wie es in der Tabelle angedeutet und in dem speziellen Teil ausführlich begründet ist. Dagegen ist die Facies in der westlichen und östlichen Entwicklung so weit voneinander verschieden, dass eine genaue Parallelisierung wohl nicht sicher durchführbar ist. Es ist näm-

lich unmöglich genau zu bestimmen, in wie weit die Grenzen zwischen den Zonen in der einen Entwicklung mit den Grenzen in der anderen genau übereinstimmen oder nicht. Wie aus der Tabelle hervorgeht, habe ich angenommen, dass die Grenze zwischen 6 b und 6 c in beiden Entwicklungen ungefähr übereinstimmt. Sicher lässt sich dies wohl nicht behaupten. Dagegen habe ich in Beziehung auf die Grenze zwischen 6 a und 6 b die Auffassung, dass diese in der westlichen tiefer als in der östlichen liegt, und zwar noch tiefer im S. bei Skien als auf Ringerike. Dies scheint mir wahrscheinlich auf Grund der viel kleineren Mächtigkeit im W., sowohl absolut als im Verhältnis zu der Gesamtmächtigkeit des Unteren Llandovery.

b. Faciesveränderungen.

Der oberste Teil des Untersilurs — Etage 5 b oder die Zone mit *Meristella crassa*, Sow. — zeigt überall im Kristianiagebiete merkwürdige Verhältnisse. Die grobklastischen Sedimente, die in dieser Zone in grosser Ausdehnung abgelagert werden, deuten auf eine grosse positive Verschiebung der Strandlinie. Durch diese zwischensilurische Hebung wurden Teile des früheren Meeresbodens auch an einzelnen Stellen innerhalb des Kristianiagebietes über die Meeresfläche gehoben, um später wieder abradiert zu werden. Diese lokale Diskordanz, die nur an ganz wenigen Stellen im Kristianiagebiete nachweisbar ist, tritt zwischen den Zonen 5 a und b auf und zeigt, dass die Hebung ihr Maximum erreicht hatte in dem unteren Teile der Zone 5 b. Eine kontinuierliche Ablagerung von marinen Sedimenten ist indessen innerhalb des Kristianiagebietes das Normale, und die erwähnte Hebung zeigt sich in der Schichtenreihe im allgemeinen nur dadurch, dass grobklastische Facies auftreten, die an manchen Stellen auch mit oolithischen Kalken, Crinoidenkalken und Korallenriffkalken abwechseln oder durch diese ersetzt werden [1].

Es beginnt nun in der Zone 5 b eine Senkung, die im Unteren Llandovery fortsetzt, diese fängt nämlich fast überall mit einer mehr oder weniger schieferreichen Abteilung an, die auf tieferem Wasser als dem obersten Teil des Untersilurs abgelagert gewesen sein muss.

Es ist nun interessant zu beobachten, wie diese Senkung im Osten bedeutend stärker ausgeprägt ist als im Westen.

[1] J. Kiær. Faunistische Uebersicht der Etage 5. 1897.
J. Kiær. Etage 5 i Asker. Studier over den norske Mellemsilur. 1901.

Im Hadelandsgebiete tritt bei Beginn des Unteren Llandovery keine Veränderung der Facies ein. Ganz wie in 5 b setzt sich hier die Ablagerung von dickbänkigem Kalksandstein und Quarzsandstein ganz bis zu dem oberen Teil der Etage fort.

Weiter im Süden in der westlichen Entwicklung (den Gebieten auf Ringerike und im Skienstale) wird dagegen das Obersilur eingeleitet durch eine Abteilung, bestehend aus ziemlich reichlichen Schiefern, Kalksandsteinplatten und versteinerungsführenden Kalkschichten, kurzum einer Ablagerung, die, wie man annehmen muss, auf tieferem Wasser abgelagert ist oder wenigstens weiter von der Küstenlinie entfernt, als Etage 5 b mit ihren dicken Kalksandsteinbänken und ihren lokalen Korallenriffbildungen.

Viel bedeutender muss indessen die Senkung in den östlichen Gebieten gewesen sein. Im Malmögebiete werden somit die dicken Kalksandsteinbänke mit groben, gerollten Quarzkörnern erst von feinem Kalksandstein, dann von einer Bank mit dichtliegenden, knolligen Kalkschichten überlagert. Hierüber liegt reichlicher feiner Schiefer, der nach oben zu immer mehr mit Platten aus feinem Kalksandstein gemischt wird. In diesen unteren Schiefern finden sich Spuren von Graptolithen, sonst keine Fossilien. Diese Schichtenfolge deutet auf eine rasche und bedeutende Senkung dieses Gebietes. Dasselbe zeigt die Schichtenfolge in Asker und Bærum, wo eine reiche Fauna in diesem unteren schieferreichen Teil auftritt. Diese Fauna hat mehrere Formen gemeinsam mit der Fauna, die sich in 6 a auf Ringerike findet, aber die Facies gehört doch deutlicherweise tieferem Wasser an.

In dem mittleren Teil des Unteren Llandovery scheint wiederum eine neue Hebung oder vielmehr eine positive Verschiebung der Strandlinie (Zone 6 b) vor sich zu gehen. Sie macht sich deutlich bemerkbar sowohl in der westlichen als auch östlichen Entwicklung.

Da nun die Senkung im Westen am geringsten war, findet man während der neuen Hebung in den westlichen Gebieten eine viel mächtigere Ablagerung von grobklastischen Sedimenten als im Osten. Auf Ringerike und im Skienstale bilden die spärlichen Kalkschichten reiche Formationen von *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow., *Strophomena expansa*, Sow. und *Rhynchonella Weaveri*, Salt., während sich in der östlichen Entwicklung im Schiefer und in den spärlichen Kalkschichten erst eine spärlichere, dann eine reichere und reichere Fauna findet, deren hervorragendste Elemente sind: *Leptaena transversalis*, Dalm., *Atrypa reticularis*, L. und *Meristella subundata*, m'Coy. Zu unterst findet sich auch *Bilobites biloba*, L. in kleinen Ansammlungen im Schiefer.

Die Faciesentwicklung in der oberen Zone, 6 c, zeigt eine neue Senkung, die sich in das Obere Llandovery erstreckt. In der westlichen Entwicklung findet man eine ähnliche Facies wie in 6 a auf diesem Gebiete; aber die Fauna ist jetzt verändert. Es treten jetzt Tierformationen auf von *Atrypa reticularis*, L. und *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., anstatt *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow.

Im Osten finden sich noch reichere Facies mit reicher Fauna, zusammengesetzt aus Kalkalgen, vielen Korallen, Brachiopoden und Mollusken. Von Brachiopodenformationen treten mehrere sehr reiche auf, bestehend aus *Atrypa reticularis*, L., *Stricklandinia lens*, Sow. und *Leptaena transversalis*, Dalm. *Stricklandinia lens*, Sow. tritt nur äusserst selten in der westlichen Entwicklung auf.

Zu oberst wird in der östlichen Entwicklung der Schiefer noch reichlicher, und es treten die interessanten *Stictoporen*-Formationen auf zusammen mit einer besonders reichen Fauna. Die Ursachen zu der Bildung der dicken Kalksandsteinschichten, die sich hier finden und besonders in Asker und Bærum stark entwickelt sind, müssen möglicherweise in einer mehr lokalen kurzen Hebung gesucht werden.

Die Facies, die sich in diesen beiden Entwicklungen des Unteren Llandovery finden, bilden demnach eine Parallelreihe, indem die Sedimente in der östlichen Entwicklung durchgehends auf tieferem Wasser abgelagert sind als in der westlichen. Man bekommt hierdurch eine natürliche Erklärung der Unterschiede zwischen diesen in faunistischer Beziehung nahe verwandten Facies.

Im Gebiete auf Hadeland lässt sich eine ähnliche Facieskurve nicht nachweisen; hier lagert sich von der Zone 5 b bis zum oberen Teil des Unteren Llandovery eine einförmige Schichtenfolge ab, meistens aus dicken Bänken von Sandstein bestehend. Nur oberst finden sich dünnere Kalksandsteinschichten und fossilienführende Kalkschichten, die eine andere Facies andeuten. Diese Verhältnisse können wohl dadurch erklärt werden, dass in diesem Seichtwassergebiete die Ablagerung von grobklastischen Sedimenten ungefähr ebenso gross als die Einsenkung gewesen ist.

Weiter im N. beim Mjøsen begegnet uns etwas Ähnliches, jedoch mit gewissen nicht uninteressanten Unterschieden. Im obersten Teil des Untersilurs ist hier die Hebung weniger angedeutet als weiter im S. (im unteren Teil der Zone 5 b). Die mächtigen Kalksedimente im oberen Teil derselben Zone repräsentieren wohl eine Senkung, die dann sofort mit dem Unteren Llandovery von einer Hebung gefolgt ist. Die grobkörnigen Sandsteine machen wohl dies wahrscheinlich. Dann kommt

wieder eine neue Senkung, die erst langsam, dann im obersten Teil der Etage rascher vor sich gegangen ist. Die Senkung oberst in der Zone 5 b scheint somit hier grösser gewesen zu sein, aber kürzer gedauert zu haben als weiter im S.

Sehr interessant sind die horizontalen Faciesverschiebungen, die sich vom obersten Teil des Untersilurs durch das Untere Llandovery vollziehen. In 5 b findet man in allen Gebieten, obwohl mehr oder weniger ausgeprägt, reine Seichtwasserablagerungen, ja im Kristianiatal sogar Konglomeratbänke und lokale Diskordanzen. Im Unteren Llandovery findet man dagegen, wenn man die Verhältnisse im grossen sieht, in den westlichen Teilen des Kristianiagebiets noch mehr oder weniger ausgeprägte Seichtwasserablagerungen, während sich im O. Ablagerungen von tieferem Wasser eingefunden haben. Diese 2 Ablagerungsgebiete erstrecken sich einander parallel in SSW.—NNO.-licher Richtung und scheinen eine ungefähr hiermit parallel laufende Küste im W. anzudeuten. Diese Küste kann nicht sehr entfernt gewesen sein; denn die Sandsteinbänke bestehen stellenweise aus groben gerollten Quarzkörnern und zeigen auch Trockenrisse und andere Phänomene der Uferzone.

c. Faunaentwicklung.

Es findet sich im Kristianiagebiete keine eigentliche Unterbrechung in der Entwicklung der Fauna vom Untersilur zum Obersilur. Die nur an ein Paar Stellen in dem unteren Teil von Etage 5 b nachgewiesene Diskordanz spielt in dieser Beziehung keine Rolle. Die fossilienarmen, ja oft fossilienleeren Kalksandsteine, die so grosse Ausbreitung in 5 b besitzen, hindern ja an vielen Stellen daran die faunistische Entwicklung zu verfolgen. Auf anderen finden sich aber reiche fossilienführende Facies, so dass die Faunaentwicklung doch überblickt werden kann.

Die Fauna befindet sich in dem oberen Teil des Untersilurs in starker Umwandlung. Neue Typen, die sich im Obersilur weiter entwickeln, treten fortwährend auf. Besonders muss die Fauna in Etage 5 als eine Übergangsfauna charakterisiert werden; aber noch herrschen echte untersilurische Formen vor, so dass diese Etage dennoch am natürlichsten zum Untersilur gerechnet wird. Die Umwandlung der Fauna zu jener Zeit scheint, mit unserer jetzigen Kenntnis der untersilurischen Fauna, nicht so sehr durch eine Entwicklung der bereits vorhandenen Tiergesellschaft zu geschehen, als durch eine, meistens aus Westen erfolgende Einwanderung neuer Formen und durch ein Aussterben der alten.

Die plötzlich auftretende reiche Korallenfauna in 5 a muss nach unseren jetzigen Kenntnissen zum wesentlichsten Teil als eine förmliche Invasion neuer Formen aufgefasst werden. Eine ganze Reihe von neuen Brachiopoden und Crustaceen müssen auch in gleicher Weise aufgefasst werden.

Diese Umbildung der Fauna ist nun in wesentlichem Grade beim Anfang des Unteren Llandovery vollzogen. Mit Etage 5 a und besonders 5 b sterben die meisten der alten untersilurischen Formen aus, und die neue Fauna tritt hierdurch in reinerer Form hervor.

Von alten untersilurischen Typen, die in Etage 5 aussterben, erwähne ich:

Protaraea.
Calopaecia.
Orthisina.
Porambonites.
Remopleurides.
Trinucleus.
Asaphus.
Isotelus.
Chasmops.
Sphaerocoryphe.
Cybele.
Endoceras.

Hierzu kommen einige Formen, die sich zum ersten Male in Etage 5 zeigen. die aber mit der Etage verschwinden. Die meisten sind alte Typen; ich nenne:

Proheliolites.
Proplasmoporella.
Trochiscolithus.
Palaeoporites.
Syringophyllum.
Nyctopora.
Coscinium.
Solenopora.
Stygina.
Anastrophia.
Parastrophia.
Rhabdoporella.
Apidium.

Eine Menge der Formen, die sich zuerst in Etage 5 zeigen, setzt in das Obersilur fort. Von grösster Wichtigkeit ist es, dass eine ganze Reihe von Arten unverändert im Llandovery fortsetzt, nämlich:

Halysites escharoides, Lam.	(Von 5 a).
Favosites asper, d'Orb.	(Von 5 a).
Propora conferta, Edw. & H.	(Von 5 a).
Popora affinis, Bill.	(Von 5 a).
Heliolites parvistella, F. Röm.	(Von 5 b).
Acantholithus asteriscus, F. Röm.	(Von 5 a).
Discopora rhombifera, F. Schm.	(Von 5 a).
Orthis flabellulum, Sow.	(Von 5 b).
Bilobites biloba, L.	(Von 5 a).
Triplecia insularis, Eichw.	(Von 5 a).
Strophomena expansa, Sow.	(Von 5 a).
Strophomena antiquata, Sow.	(Von 5 b).
Leptaena 5-costata, m'Coy.	(Von 5 a).
Atrypa marginalis, Dalm.	(Von 5 a).
Atrypa expansa, Ldm.	(Von 5 b).
Rhynchonella borealis, Schl.	(Von 5 b).

Hier müsssen einige neue Typen hinzugefügt werden, die im obersten Teil des Untersilurs (Etage 5) beginnen, und sich in das Llandovery hinauf fortsetzen, freilich nicht mit denselben, sondern mit nahe verwandten Arten. Ich nenne:

Ptychophyllum.
Columnaria.
Pholidophyllum.
Cyathophyllum.
Leptocoelia.
Athyris.
Meristella.
Dayia.
Camarella.
Barrandella.
Conchidium. (Von 5 b). Kommt erst in dem oberen Teil des Obersilurs wieder zum Vorschein.
Dalmanites.
Encrinurus.
Proetus.
Phaetonides.

Bronteus. } Kommen im norw. Silur erst im Oberen Llandovery
Harpes. } und später wieder zum Vorschein.
Leperditia.
Tentaculites.

Schliesslich müssen auch einige Formen erwähnt werden, die schon tief unten im Untersilur ihren Anfang nehmen und doch im Llandovery fortsetzen. Gattungen, die das ganze Silur hindurch allgemein sind, brauchen hier nicht genannt zu werden. Von Wichtigkeit sind mehrere Arten mit dieser Verbreitung, nämlich:

Orthis calligramma, Dalm.
Orthis actoniae, Sow.
Platystrophia biforata, Schl,
Strophomena rhomboidalis, W.

Eine alte, wichtige Trilocitengattung, *Illaenus,* setzt im Llandovery fort und bringt auch im Unteren Llandovery mehrere charakteristische Formen hervor.

Von wirklich neuen Typen treten im Unteren Llandovery verhältnismässig wenige auf; folgende können erwähnt werden:

Calostylis.
Plasmopora.
Stictopora.
Skenidium.
Stricklandinia.
Spirifer.
Phacops.
Bumastus.

Aus dem hier Angeführten geht deutlich hervor, dass die Scheide, die sich faunistisch zwischen Etage 5 und 6 im norwegischen Silur findet, zum wesentlichen Teil durch Aussterben einer ganzen Reihe von Formen in Etage 5 verursacht ist. Man sieht ferner, dass die meisten Formen in der Fauna des Unteren Landovery Typen angehören, die sich zuerst in Etage 5 gezeigt haben und dann in das Untere Landovery mit denselben oder nahe verwandten Arten übergehen. Viele gehören auch Gattungen an, die durch das ganze Silur oder den grössten Teil davon gehen und daher

weniger charakteristisch sind. Nur eine geringere Anzahl gehört wirklich neuen Typen an, die sich zum ersten Male im Llandovery zeigen; aber hierzu gehören denn auch einige der hervorragendsten Formen wie:

Calostylis denticulata, Kjerulf.
Stictopora Malmöensis, Kjerulf.
Stricklandinia lens, Sow.
Phacops elliptifrons, Esm.
Bumastus brevis, Kiær, nov. sp.

Von besonderem Interesse sind die drei letzten, weil sie die Ausgangspunkte interessanter Entwicklungsreihen im Obersilur bilden. *Stricklandinia lens*, Sow. scheint sich somit nach meinen Untersuchungen zu den glatten Pentameren im Oberen Llandovery (*Pentamerus borealis-oblongus- Gotlandicus*) zu entwickeln. *Phacops elliptifrons*, Esm. setzt sich im Oberen Llandovery weiter fort und geht in *Ph. Stokesi*. Salt. über.

Bumastus brevis, Kiær ist die älteste Form einer interessanten *Bumastus*gruppe, die für das Llandovery ausserordentlich charakteristisch ist, und die ihr Entwicklungscentrum im Kristianiagebiete gehabt zu haben scheint (die *Bumastus-Maccalumi*-Gruppe).

Die Fauna innerhalb des Unteren Llandovery selbst ist gleichartiger als man beim Studium der Zonen eines einzelnen Gebietes glauben sollte. Die verschiedenen Gebiete ergänzen sich in dieser Beziehung und zeigen, dass der Unterschied der Faunen wesentlich in der Faciesentwicklung begründet ist. Sehr wichtig in dieser Beziehung ist die Fauna zu unterst im Unteren Llandovery in Asker und Bærum, indem hier eine Reihe von Formen auftritt, die sich auf anderen Gebieten erst in 6 b und 6 c zeigen.

Eine deutliche Entwicklung der Fauna lässt sich jedoch in der Zone 6 b und noch mehr in 6 c spüren. Die echte *Stricklandinia lens*, Sow. tritt hier zum ersten Male in unserem Silur auf; findet sich aber nur in der östlichen Entwicklung. Die *Stricklandinia*fauna dürfte in tieferem Wasser als die im Westen auftretende *Rhynchonella 10-plicata*-Fauna gelebt haben. In 6 c drängt ferner *Atrypa reticularis*, L. *Leptocoelia hemisphaerica*, Sow. ganz zurück. Hier scheinen sich auch folgende neue Typen zum ersten Male zu zeigen:

Plasmopora.
Stictopora.
Spirifer.

II. Oberes Llandovery (Etage 7).

a. Die stratigraphische Entwicklung.

Das Obere Llandovery wird von einer 100—150 m. mächtigen Schichtenfolge gebildet. Der untere Teil (7 a—b) besteht durchgehends aus meistens dichtliegenden Kalkschichten und variiert verhältnismässig wenig in den verschiedenen Gebieten: der obere Teil (7 c) ist schieferreicher und stark variierend.

1. Die westliche Entwicklung.

In dem Gebiet auf Ringerike können die folgenden Zonen unterschieden werden:

7 a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Pentamerus borealis*-Schichten, ca. 10 m.

7 b α. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*. Sow. (*Forma typica*) oder der *Pentamerus*kalk, ca. 25 m.

7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk, ca. 17 m.

7 c α. Die Zone mit dem unteren roten *Crotalocrinus*schiefer, ca. 20 m.

7 c β. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. oder der obere Korallenkalk, ca. 25 m.

7 c γ. Die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*schiefer, cc. 35 m.

Die ganze Mächtigkeit wird also hier 130—135 m.

Die Zone 7a ist sowohl petrographisch als faunistisch eine Übergangszone von grossem Interesse. Die Faciesentwicklung in 6 c setzt sich im unteren Teil ohne grössere Veränderung fort; nur wird der Schiefer mergelig. und die Kalkschichten enhalten kleine rötliche Crinoidenstielglieder. Auch die Fauna verändert sich nur wenig. Das Leitfossil in 6 c, *Rhynchonella 10-plicata*, Sow., verschwindet jedoch und wird durch *Meristella* sp. und *Athyris depressa*, Sow. ersetzt. Die erstere tritt oft in Mengen auf. Von der reichen Fauna nenne ich sonst als neue Formen *Illaenus longispinosus*, Kiær und *Bumastus depressus*, Kiær, beide sehr charakteristisch für den unteren Teil des Oberen Llandovery. Erst in dieser Zone zeigt sich auch die erste von den grossen obersilurischen Leperditien; sie scheint mir eine Stammform der späteren *Lep. abbreviata*, F. Schm. und *Hisingeri*, F. Schm. zu repräsentieren und wird deshalb in dieser Arbeit als *Lep. abbreviata-Hisingeri*, F. Schm. vorläufig bezeichnet. Auch kleine Beyrichien und Primitien sind allgemein. Sonst tritt eine ganze Reihe von Formen

auf, die in 6 c zu Hause sind. *Phacops elliptifrons*, Esm. ist z. B. noch ganz allgemein (Pag. 46 u. 53).

Nach ca. 5 m. werden die Kalksandsteinschichten sehr selten, und ca. 6 m. hinauf kommt dann plötzlich die erste dicke Kalkschicht, ganz voll von den dicken, weissen Schalen des *Pentamerus borealis*, Eichw. Diese Form ist eine eigentümlich dickschalige Varietät von den ältesten glatten Pentameren, die sich durch das kurze Septum der Ventralschale auszeichnen. Wahrscheinlich hat sie sich aus der glatten *Stricklandinia lens*, Sow. entwickelt und setzt sich sicherlich in den echten *Pentamerus oblongus*, Sow. fort, der in 7 b allgemein ist.

Diese *Borealis*-Formation wiederholt sich jetzt mehrmals; besonders im oberen Meter der Zone sind die Kalkschichten dichtliegend und reich an den grossen *Pentamerus*-Schalen.

Die *Borealis*-Schichten, voll von den ungeheuer dicken, weissen Schalen dieser leitenden Form, bilden einen ausgezeichnet leitenden Horizont, und es könnte deshalb nahe liegen, das Obere Llandovery gerade hier anzufangen. Eine nähere Untersuchung zeigt aber, dass die charakteristische Fauna, die dicht unterhalb dieser Schichten vorkommt, auch zwischen denselben sich findet. Es scheint deshalb am natürlichsten, eine Zone 7 a aufzustellen, die auch diese *Borealis*-Formationen umfasst. Nach oben geht die Zone ganz unmerklich in den echten *Pentamerus*-kalk über; eine ganz bestimmte Grenze ist schwierig zu finden, indem der *Pentamerus borealis*, Eichw. allmählich in den echten *Pentamerus oblongus*, Sow. überzugehen scheint.

Der *Pentamerus*kalk (7 b α) ist in diesem Gebiet nicht mehr als ca. 25 m. mächtig. In diesem wechseln dicke, kompakte Kalkbänke mit mehr schiefergemischten, knolligen Kalkschichten. Besonders im oberen Teil sind die kompakten Kalkbänke mächtig entwickelt und enthalten auf mehreren Stellen kleine korallenriffähnliche Bildungen. Von den Korallen hebe ich *Syringopora bifurcata*, Lonsd. als einen neuen Typus hervor. *Pentamerus oblongus*, Sow. kommt in gewissen Schichten massenhaft vor. Diese reichen *Pentamerus*-Formationen scheinen andere Formen zurückgedrängt zu haben; denn die Fauna ist sonst nicht reich. Ich nenne *Strophomena semiglobosa*, Dav., *Strophomena expansa*, Sow. (kleine Var.) und *Leperditia abbreviata*, F. Schm. als für diese Zone hervortretende Fossilien. Der *Pentamerus*kalk eignet sich in diesem Gebiet sehr gut für Kalkfabrikation und ist deshalb von ökonomischer Bedeutung (Pag. 57).

Über den *Pentamerus*kalk folgt eine ca. 17 m. mächtige Abteilung aus dichtliegenden Kalkknollenschichten, die von einigen Schieferhorizonten unterbrochen werden. Die Kalkschichten sind oft sehr korallenreich; da nun *Pentamerus oblongus*, Sow. sehr selten sich findet, kann man mit KJERULF diese Abteilung als die Zone mit dem unteren Korallenkalk (7 b β) ausscheiden. Einige von den Korallen, die hier vorkommen, sind sicherlich neu auftretende Formen, wie *Halysites macropora*, EICHW., *Favosites Foughti*, EDW. & H. und *Coenites* sp. Die schöne *Astraeospongia meniscus*, F. RÖM. tritt auch nicht selten auf (Pag. 60).

Die Schieferhorizonte in 7 b β bereiten die in der nächsten Zone eintretende Faciesveränderung vor.

Dieser obere ca. 80 m. mächtige Teil der Etage beginnt und endigt mit mächtigen Schieferzonen, in welchen rote Schiefer, reich an *Crotalocrinus*stielen, eine hervortretende Rolle spielen, während der mittlere Teil aus korallenreichen Kalkknollenschichten gebildet wird.

In dem unteren roten *Crotalocrinus*schiefer (7 c α) findet sich ausser den langen, weissen Stielen eines *Crotalocrinus*, dessen Krone noch nicht gefunden ist, eine ganz interessante Korallenfauna, meistens aus sehr kleinen Formen bestehend. Kleine koloniebildende Formen von *Cyathophyllum* und *Cyathosphylloides* bilden hier dünne Schichten; auch ungewöhnlich feinröhrige *Halysites*-Formen, *Alveolites* sp. und *Heliolites decipiens*, M'COY sind allgemein. In dieser Fauna treten Brachiopoden und Trllobiten in den Hintergrund. Jedoch muss der Fund eines *Phacops* cf. *Stokesi*, SALT. hervorgehoben werden (Pag. 61).

Diese Zone geht allmählich in den oberen Korallenkalk (7 c β) über; diese ausserordentlich fossilienreiche Zone besteht aus meistens dünnen, knolligen Kalkschichten, die ziemlich dicht liegen, und graugrünem Mergelschiefer. Oft werden die Kalkschichten fast ganz von Korallen gebildet. Eine ganze Reihe von eigentümlichen Korallenformen treten hier auf, besonders von *Favosites*, *Alveolites* und Heliolitiden; ich weise auf die Spezialbeschreibung auf Pag. 65 hin. Mit den Korallen treten mehrere andere interessante Formen auf. Aus *Pentamerus oblongus*, Sow. hat sich hier eine eigentümliche, mit sehr langem Septum versehene Form entwickelt, *Pentamerus Gotlandicus*, LEB., die in einzelnen Schichten Formationen bildet. Von grossem Interesse ist das Auftreten der *Stricklandinia lirata*, Sow., die sich oft reichlich findet. Sie ist für die Parallelisierung wichtig, und diese Zone kann deshalb auch sehr natürlich als die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. bezeichnet werden. Von Trilobiten hebe ich besonders

Illaenus Brøggeri, Kiær (nov. sp.), *Bronteus platyactin*, Ang. und *Phacops Stokesi*, Salt. hervor. Den *Bronteus* habe ich in ganz prachtvollen Exemplaren im oberen Teil der Zone gefunden.

Jetzt folgt eine neue schieferreiche Abteilung, unterst und oberst aus Kalkschichten, Kalkknollen und graugrünem Schiefer, in der Mitte dagegen aus einem neuen, roten *Crotalocrinus*schiefer bestehend. Ich habe sie deshalb als die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*schiefer (7 c γ) bezeichnet. Auch hier fand ich *Illaenus Brøggeri*, Kiær (nov. sp.), sehr selten im unteren Teil. Sonst tritt *Atrypa reticularis*, L. formationsbildend auf. Höher hinauf kommen *Cyrtia exporrecta*, Wahl. und *Spirifer plicatellus*, L. als Seltenheiten vor, beides Formen, die in Wenlock allgemein sind (Pag. 67).

In dieser Zone scheint deshalb im oberen Teil ein faunistischer Übergang von dem Oberen Llandovery in das Wenlock vor sich zu gehen. Die sparsame Fauna macht es aber vorläufig unmöglich, mit Bestimmtheit zu wissen, wo die Grenze faunistisch am natürlichsten fällt; in dieser Arbeit ist die Grenze da gesetzt, wo die ersten Schichten mit feinem Kalksandstein einen Facieswechsel andeuten.

Die hier geschilderte typische Faciesentwicklung auf Ringerike erleidet an anderen Stellen des westlichen Entwicklungsgebiets nicht unerhebliche Veränderungen.

Südlichst in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund tritt somit eine ganze Reihe von Unterschieden auf. In 7 a sind hier die *Borealis*-Schichten nicht entwickelt, und nur vereinzelte Exemplare dieser Form treten auf. Der *Pentamerus*kalk ist viel einförmiger und mächtiger als auf Ringerike, enthält aber nicht so kompakte Kalkbänke als dort. Die Zonen 7 a—b sind ca. 90 m. mächtig anstatt ca. 50 auf Ringerike. Eine Zone 7 b β kann nicht deutlich ausgesondert werden, und viele Umstände sprechen dafür, dass auch ein grösserer oder kleinerer Teil des unteren roten *Crotalocrinus*schiefers auf Ringerike mit der Abteilung 7 b bei Skien und Porsgrund gleichalterig ist, mit anderen Worten, dass die *Pentamerus*kalk-Facies hier viel länger gedauert hat (Pag. 274). In 7 c ist die Schichtenfolge einförmiger als auf Ringerike, und rote Schieferzonen fehlen. Anstatt des unteren roten *Crotalocrinus*schiefers findet man eine nur 10 m. mächtige Zone mit *Stricklandinia lirata*-Schiefer und ganz feinknollige Kalkschichten, in welcher zusammen mit einer ähnlichen Korallenfauna wie auf Ringerike flachgedrückte Exemplare von sowohl *Stricklandinia lirata*, Sow. als *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. reichlich vorkommen. Ähnliche Schichten kommen nicht in den übrigen Gebieten vor. Dagegen

ist die Zone 7 c β ungefähr wie auf Ringerike entwickelt, obwohl nicht so fossilienreich. Eine Zone 7 c γ lässt sich nicht mit Sicherheit ausscheiden (Pag. 272). Die Gesamtmächtigkeit ist ungefähr dieselbe in den beiden Gebieten.

Zwischen den beiden bis jetzt besprochenen Gebieten sind Schichten des Oberen Llandovery in Drammensdal bei Mjøndalen ganz gut entblösst; die Entwicklung scheint hier gut mit derjenigen bei Skien und Porsgrund übereinzustimmen (Pag. 436).

Wir wollen jetzt sehen, wie die stratigraphischen Verhältnisse sich nördlich von Ringerike auf Hadeland verändern. Die Faciesentwicklung hat sich hier so zu sagen in entgegen gesetzer Richtung als bei Skien und Porsgrund entwickelt (Pag. 388). Die *Borealis*-Schichten haben sich zu dem 4—5 m. mächtigen, kompakten *Borealis*-Kalk ausgebildet, der buchstäblich angefüllt mit den ausserordentlich dicken, weissen Schalen des *Pentamerus borealis*. EICHW. eine der eigentümlichsten Faciesentwicklungen des norwegischen Obersilurs bildet. Hierüber liegt der eigentliche *Pentamerus*kalk (7 b α) als eine ebenso kompakte Kalkzone, nur 5.5—7 m. mächtig. *Pentamerus oblongus*, Sow. ist in dieser nur an einzelnen Stellen häufig, an anderen scheint er zu fehlen. Sonst ist die Fauna viel ärmer als auf Ringerike, und diese Fossilienarmut scheint nach N. zu steigen. Wie man sieht, hat die Mächtigkeit sehr stark abgenommen. Dagegen ist die Zone mit dem unteren Korallenkalk (7 b β) mächtiger als auf Ringerike, aber viel schieferreicher; sie scheint rasch in den schieferreichen oberen Teil der Etage überzugehen, der wahrscheinlich über 100 m. mächtig ist. Dieser Teil des Oberen Llandovery ist leider noch nicht genügend bekannt. In dem unteren Teil findet sich ein wenigstens 25 m. mächtiger roter *Crotalocrinus*-schiefer (7 c α), in welchem ausser sparsamen *Crotalocrinus*stielen keine Fossilien gefunden sind. Hierüber folgt ein sehr mächtiger (ca. 70 m.) grünlicher und rötlicher, kalkhaltiger Schiefer, der meistens feine Kalkknollen enthält. Auch hier treten Fossilien sehr sparsam auf, und bestimmte faunistische Zonen können deshalb hier vorläufig nicht ausgeschieden werden. Wie man sieht, ist in diesem Gebiet die Kalkfacies bis zu dem untersten Teil der Etage zurückgedrängt, hier aber um so kräftiger entwickelt (10—12 m. kompakter Kalk), und es ist wahrscheinlich, dass die Bildung von *Pentamerus*kalk in diesem Gebiet viel früher aufgehört hat als auf Ringerike. Sehr hervortretend und eigentümlich ist die Fossilienarmut, die sich auf Hadeland bemerkbar macht. Dies Gebiet bildet in dieser Beziehung einen Übergang zu den Verhält-

nissen beim Mjosen, wo im oberen Teil der Etage die Litoralfauna ganz verschwunden ist, und reiche *Graptolithen*faunen sich einfinden.

2. Die östliche Entwicklung.

Diese ist am reinsten in dem Gebiet auf Malmö und den benachbarten Inseln ausgeprägt. Ich unterscheide hier folgende Zonen:

7 a. Die Zone mit der ersten Mutation von *Pentamerus oblongus*, Sow. (der dünnknollige *Pentamerus*kalk), ca. 30 m.

7 b. Die Zone mit dem typischen *Pentamerus oblongus*, Sow. (der eigentliche *Pentamerus*kalk), ca. 35 m.

7 b α. Der helle *Pentamerus*kalk, ca. 20 m.

7 b β. Der dunkle *Pentamerus*kalk, 12—15 m.

7 c. Die Zone mit dem feinknolligen Kalk und Schiefer mit *Crotalocrinus*, ca. 50 m.

Die ganze Mächtigkeit des Oberen Llandovery ist somit hier ca. 115 m.

Wie man sieht, zerfällt auch hier die Etage in einen unteren kalkreichen und einen oberen schieferreichen Teil. Der untere kalkreiche Teil (7 a—b) — der *Pentamerus*kalk — ist mächtiger als auf Ringerike entwickelt, dagegen weniger mächtig als bei Skien und Porsgrund.

Unterst sind die Kalkschichten dünner und mehr mit Schiefer gemischt als weiter oben; diesen dünnknolligen *Pentamerus*kalk habe ich als 7 a bezeichnet. Diese Zone entspricht hier nicht nur der Zone 7 a auf Ringerike und bei Skien und Porsgrund, sondern auch dem unteren Teil des eigentlichen *Pentamerus*kalks in diesen Gebieten. Eine ganz entsprechende Zonenbegrenzung lässt sich hier nicht ziehen. Im Malmögebiet sind nämlich die *Borealis*-Schichten nicht vorhanden, und die sedimentäre Entwicklung setzt sich ganz einförmig nach oben fort.

Es lässt sich jedoch nachweisen, dass die Fauna im unteren Teil des dünnknolligen *Pentamerus*kalks einen ähnlichen faunistischen Übergang bildet wie in 7 a auf Ringerike. Hier finden sich noch die letzten Formen der *Stricklandinia lens*, Sow. und *Meristella subundata*, M'Coy, beide ausgeprägte Typen für das Untere Llandovery. Zur selben Zeit tritt eine ganze Reihe von Formen auf, die für das Obere Llandovery bezeichnend sind. Hier kommt eine kleine eigentümliche Mutation von *Pentamerus oblongus*, Sow. vor, die eine Zwischenstellung zwischen dem *Pentamerus borealis*, Eichw. und dem echten *oblongus*, Sow. einnimmt. Sie ist aber nicht allgemein. Korallen sind dagegen stellen-

weise häufig; neue Typen sind *Alveolites* und *Syringopora*. Die Crustaceenfauna ist interessant. Hier erst zeigt sich, wie auch in den übrigen Gebieten, *Leperditia Hisingeri-abbreviata*, F. SCHM. *Illaenus longispinosus*, KLÆR (nov. sp.), der sehr selten in 6 c β war, ist in 7 a häufiger und setzt sich nach oben weiter fort. Noch mehr bezeichnend ist der schöne *Bumastus depressus*, KLÆR (nov. sp.), der ab und zu häufig vorkommt. Sonst weise ich auf die Spezialbeschreibung hin (Pag. 151).

Der eigentliche *Pentamerus*kalk, der jetzt folgt, ist ca. 35 m. mächtig und zeichnet sich durch dickere und mehr dichtliegende Kalkschichten aus. Ich unterscheide hier zwei Zonen. In der unteren (7 b α) sind die Kalkschichten verhältnismässig eben und haben helle Verwitterungshaut; in dem oberen (6 b β) sind die Schichten dagegen unregelmässiger und zeigen sich dunkler gefärbt. Die Fauna ist verhältnismässig arm in 7 b α, wird nach oben reicher und kulminiert in 7 b β, die auf vielen Stellen ausserordentlich fossilienreich ist. Diese beiden Zonen haben jede ihre eigentümliche Mutation von *Pentamerus oblongus*, SOW. In 7 b α kommt eine kurze, breite Form mit noch kurzem Septum vor, in 7 b β dagegen eine lange trilobate Form mit längerem Septum. Übrigens scheint die Fauna in den zwei Zonen nicht sehr verschieden zu sein. Gewiss finden sich viele Formen nur in 7 b β; dies ist aber wahrscheinlich meistens in dem grösseren Fossilienreichtum hier begründet. Von der sehr reichen Fauna (Pag. 154) will ich hier nur einige Formen hervorheben. Der *Bumastus depressus*, KLÆR wird hier von dem *Bum. perbrevis*, KLÆR (nov. sp.) abgelöst. Beide Formen sind nahe verwandt und gehören derselben Gruppeen, die für das Llandovery sehr charakteristisch ist. Nach der früher von Schottland beschriebenen, aber unvollständig bekannten Form *Bumastus Maccalumi*, SALT. bezeichne ich diese als die *Maccalumi*-Gruppe. Hier ist auch der rechte Horizont für *Illaenus longispinosus*, KLÆR (nov. sp.). Beide kommen ab und zu in 7 b β in ganz gigantischen Exemplaren vor. Noch allgemeiner ist die typische *Leperditia abbreviata*, F. SCHM.; auch sie findet sich zahlreich besonders in 7 b β, oft in prachtvoll erhaltenen und riesenhaften Exemplaren. Auch für Korallen müssen die Verhältnisse in 7 b β besonders günstig gewesen sein; sie kommen stellenweise in grosser Menge und reicher Entwicklung vor.

Die biologischen Verhältnisse müssen überhaupt im oberen Teil des *Pentamerus*kalks ausserordentlich günstig für das Tierleben gewesen sein; denn man findet hier nicht nur eine sehr individuenreiche und artenreiche Fauna, sondern viele der auftretenden Formen kommen in ausser-

ordentlich grossen Exemplaren vor. Zudem sind natürlich die Reste, die man findet, nur ein Bruchteil der Lebensformen, die hier in dieser Facies gelebt haben.

In 7 c tritt dann eine bedeutende Faciesveränderung ein; anstatt der dichtliegenden, knolligen Kalkschichten mit reicher Litoralfauna, finden sich jetzt graugrüner Schiefer und eigentümlich dünne Kalkknollenschichten ein, die ca. 50 m. mächtig sind und eine eigentümliche Fauna enthalten. In grosser Menge finden sich die dicken, langen Stiele einer prächtigen *Crotalocrinus*-Form, besonders im mittleren Teil; sie muss hier ganze Rasen auf dem Meeresboden gebildet haben. Eigentümlich genug ist die Krone noch nicht gefunden. Sonst tritt gewöhnlich nur eine sparsame Fauna auf. Allgemein ist jedoch in einzelnen Schichten der eigentümliche *Illaenus Brøggeri*, Kiær (nov. sp.) und *Platyceras enorme*, Ldm. zusammen mit einigen anderen Formen. Wichtig ist das Auftreten von *Cyrtia exporrecta*, Wahl. und *Spirifer plicatellus*, L., beide selten im oberen Teil (Pag. 157).

Wie man sieht, weicht diese Entwicklung des Oberen Llandovery sehr bedeutend von derjenigen in dem westlichen Entwicklungsgebiet ab. Es fehlen die *Borealis*-Schichten vollständig. Die Zone 7 b β ist ganz anders entwickelt, mehr in Übereinstimmung mit dem *Pentamerus*kalk in 7 b α, aber noch viel fossilienreicher und mit ihrer eigentümlichen Mutation des *Pentamerus oblongus*, Sow. In 7 c fehlt eine Korallenkalkfacies vollständig, rote Schieferzonen sind nicht vorhanden. Eine Ähnlichkeit ist hier in der Beziehung nachweisbar, dass in beiden Gebieten schieferreiche Ablagerungen mit Mengen von *Crotalocrinus* vorkommen. Die Faciesentwicklung ist aber selbst in den *Crotalocrinus*reichen Schichten nicht ganz übereinstimmend, welches auch in der Fauna zum Vorschein kommt. Ich kann auch hervorheben, dass die *Crotalocrinus*stiele auf Malmö einer anderen Form angehören als diejenigen in der westlichen Entwicklung.

3. Gemischte westliche und östliche Entwicklung.

Zwischen dem Malmögebiet und den Gebieten mit reiner westlicher Entwicklung liegen die obersilurischen Gebiete in Asker und Bærum und auf den Inseln hei Holmestrand, in welchen man entsprechend der topographischen Lage in dieser Etage eine Mischung der beiden Typen findet. Dies ist jedoch nicht in derselben Weise in den beiden Gebieten ausgeprägt, obwohl man im ganzen sagen kann, dass

der untere Teil mehr der östlichen, der obere dagegen mehr der westlichen sich anschliesst.

Auf den Inseln bei Holmestrand hat der untere Teil eine ähnliche Entwicklung wie im Malmögebiet: die Schichten sind aber unterst viel fossilienreicher, und die Begrenzung der Zone 7 a kann deshalb hier viel genauer gemacht werden. Auch hier beginnt das Obere Llandovery mit ziemlich dichtliegenden, meistens knolligen Kalkschichten. Von diesen kann man den untersten, 10—12 m. mächtigen Teil als die Zone 7 a absondern; sie enthält eine sehr reiche Fauna, in welcher die letzte Mutation von *Stricklandinia lens*, Sow. ganz allgemein ist. Im oberen Teil treten erst sparsame, dickschalige Exemplare von *Pentamerus borealis*, Eichw. auf und dann oberst dieselbe Form in einigen dünnen Schichten in grosser Menge. Die übrige, hier besonders reiche Fauna hat einen ähnlichen Übergangscharakter wie in den früher beschriebenen Gebieten (Pag. 197). Durch diese Eigentümlichkeiten können diese Schichten sowohl mit der östlichen als der westlichen Entwicklung mit Sicherheit parallelisiert werden und sind deshalb von grösster Wichtigkeit.

Über den *Borealis*-Schichten fängt die Zone 7 b ohne scharfe petrographische Grenze an. Die untersten Schichten sind sehr fossilienreich und enthalten besonders Mengen von Korallen. *Calostylis denticulata*, Kjerulf ist äusserst allgemein: eine nahestehende stockbildende Form, die früher auf Malmö in 7 b gefunden ist, kommt auch hier vor. Die allgemeinste Koralle ist aber *Favosites Gotlandicus*, L., der zusammen mit vielen anderen Formen in prachtvoll erhaltenen Stöcken massenhaft aufgesammelt werden kann (Pag. 202). Hier unterst in 7 b kommt eine Übergangsform zwischen *Pentamerus borealis*, Eichw. und *oblongus*, Sow. vor. Höher hinauf ebenfalls in fossilienreichen Schichten tritt eine grössere, stark trilobate Form auf, die ich in ganz ausgezeichneten Exemplaren gefunden habe. Der oberste Teil des ca. 40 m. mächtigen *Pentamerus*kalks ist ärmer an Fossilien und enthält einzelne Schieferhorizonte: er erinnert an die Entwicklung der Zone 7 b β auf Ringerike und muss auch hiermit parallelisiert werden (Pag. 205). Die Faciesentwicklung beginnt also hier dem westlichen Typus sich anzuschliessen, was in 7 c noch viel ausgeprägter der Fall ist.

Dieser obere Teil der Etage ist nur in stark umgewandelter Form und dazu auch nicht ganz vollständig aufgeschlossen. Sehr eingehende faunistische Studien konnten deshalb nicht gemacht werden (Pag. 206). Unterst liegen graugrüner Schiefer und feinknollige Kalkschichten mit zahlreichen *Crotalocrinus*-Stielen. Obwohl somit roter Schiefer nicht vor-

handen ist, steht diese Facies jedoch der westlichen am nächsten, indem die *Crotalocrinus*-Form von Ringerike sich hier findet. Die Mächtigkeit scheint nicht mehr als ca. 14 m. zu sein. Jetzt folgt eine wahrscheinlich ca. 20 m. mächtige kalkreiche Abteilung, die sehr interessant ist. Sie ist sehr korallenreich und lässt sich leicht mit der Zone 7 c β auf Ringerike vergleichen. Sie enthält ausser feinknolligen, schiefergemischten Schichten besonders oberst auch dickere und mehr ebene Kalkschichten; die Kalkbildung ist somit hier stärker gewesen als auf Ringerike. Ausser Korallen enthalten diese Schichten ungeheure Massen von der späten Mutation der *Pentamerus oblongus*-Reihe, die ich als *Pentamerus Gotlandicus*, LEB. bezeichnet habe. Diese Form tritt hier in viel grösseren Mengen auf als in der rein westlichen Entwicklung; diese Zone kann deshalb in diesem Gebiet ganz natürlich auch der obere *Pentamerus*kalk genannt werden. Mit dem *Pentamerus* zusammen findet sich *Stricklandinia lirata*, Sow., aber nur in vereinzelten Exemplaren (Pag. 206). Es ist Schade, dass diese ausserordentlich fossilienreichen Schichten nur in stark umgewandelter Form studiert werden können.

Der Übergang von dieser Zone zu der folgenden ist nicht zu sehen. Es scheint aber, dass die untersten stark umgewandelten Schichten auf Kommerso die oberste Zone 7 c γ repräsentieren (Pag. 208). Sie erinnern an gewisse Schichten der Zone 7 c γ auf Ringerike und scheinen eine ähnliche Fauna zu enthalten. Die Mächtigkeit kann nicht sicher bestimmt werden; ca. 20 m. sind entblösst.

Die ganze Mächtigkeit des Oberen Llandovery ist in diesem Gebiete wenigstens 105—107 m.; es ist aber wahrscheinlich, dass sie etwas mächtiger ist und nicht weit von derjenigen auf Ringerike differiert.

Sicher viel mächtiger ist dagegen das Obere Llandovery in Asker und Bærum, nämlich etwas mehr als 150 m. (Pag. 348). Wie der obere Teil des Unteren Llandovery zeigt es anfangs eine Faciesentwicklung, die bedeutende Übereinstimmung mit dem Malmögebiet hat. Auch hier kann man einen unteren mehr feinknolligen und einen oberen mehr grobknolligen Teil des *Pentamerus*kalks ziemlich gut unterscheiden (Pag. 349). Der reinste Kalk findet sich in den obersten Schichten, die an vielen Stellen für Kalkfabrikation gebraucht worden sind. Die Mächtigkeit scheint 60—65 m. zu sein; hierin sind aber nur die Zonen 7 b—b α einbefasst, die somit eine ausserordentlich mächtige Entwicklung zeigen. Die Fauna ist stellenweise ganz reich, aber nur noch oberflächlich untersucht (Pag. 352). Von interessanten Formen nenne ich

den sehr grossen, prächtigen *Bumastus longicaudatus*, KIER (nov. sp.), der in 7 b α gefunden ist.

Mit der Zone 7 b β tritt eine durchgreifende Veränderung in der Faciesentwicklung ein: sie geht nämlich jetzt von einer östlichen in eine westliche über und schliesst sich fast bis zum Schluss des Oberen Llandovery nahe an die beschriebene Entwicklung auf Ringerike. Die Zone 7 b β oder der untere Korallenkalk ist jedoch mächtiger als in diesem Gebiet — nämlich ca. 30 m. Sie besteht aus ziemlich dünnen, unregelmässig knolligen Kalkschichten und graugrünem Schiefer, der auch mehrere bis 0.7 m. dicke Schieferhorizonte bildet. Korallen treten häufig auf, und *Pentamerus oblongus*, Sow. kommt in einzelnen Schichten allgemein vor. Wie man sieht, ist die Entwicklung im Malmögebiet mit ihren dunklen, dichtliegenden Kalkschichten hiervon weit verschieden. Hierüber folgt nun der rote *Crotalocrinus*-Schiefer, der fast dieselbe Entwicklung wie auf Ringerike zeigt. Dasselbe ist mit 7 c β oder dem oberen Korallenkalk der Fall. Dagegen ist der alleroberste Teil der Etage anders als auf Ringerike; hier kehrt die östliche Entwicklung wieder zurück, und man hat eine einförmige, fossilienarme Schichtenfolge mit Schiefer und verhältnismässig feinknolligen Kalkschichten, in welche der obere Korallenkalk ohne scharfe Grenze übergeht (Pag. 355).

4. Die nördliche Entwicklung.

In der Schilderung der westlichen Entwicklung habe ich gezeigt, wie die typische Entwicklung auf Ringerike weiter im N. auf Hadeland bedeutendeu Veränderungen unterliegt. Dies letztere Gebiet bildet nun in vielen Beziehungen einen Übergang zu den interessanten stratigraphischen Verhältnissen beim Mjøsen. Besonders im unteren Teil des Oberen Llandovery ist eine bedeutende Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Gebieten vorhanden. Auch in dem nördlichen Gebiet beim Mjøsen ist ein kompakter *Pentamerus*kalk von ungefähr ähnlicher Mächtigkeit als auf Hadeland entwickelt; an einigen Stellen ist er weniger mächtig (ca. 6 m. bei der Gjøvik Kalkfabrik), an anderen ungefähr von derselben Mächtigkeit (8—9 m. auf Helgø), wieder an anderen Stellen etwas mächtiger (ca. 15 m. bei Hjelpsten). Ein bedeutender Unterschied liegt aber darin, dass beim Mjøsen ein *Borealis*kalk nicht entwickelt ist. Dass der untere Teil des *Pentamerus*kalks jedoch dem *Borealis*kalk (7 a) entspricht, zeigt das Auftreten einer übereinstimmenden Fauna gleich unterhalb des Kalks in den beiden Gebieten. Auch stim-

Die Parallelisierung der Zonen des Obere

Östliche Entwicklung	Gemischte östliche und westliche Entwicklung	
Malmö etc.	Asker u. Bærum	Holmestrand
7 a. Die Zone mit der ersten Mutation von *Pentamerus oblongus*, Sow. oder der dünnknollige *Pentamerus*kalk ca. 30 m.	7 a. Die Zone mit dem unteren mehr feinknolligen Teil des *Pentamerus*kalks. 7 a—b α: 60—65 m.	7 a. Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow. oberst mit den *Pentamerus borealis*-Schichten 10—12 m.
7 b. Die Zone mit dem typischen *Pentamerus oblongus*, Sow. oder der eigentlige *Pentamerus*kalk ca. 35 m. α. Der helle *Pentamerus*kalk ca. 20 m. β. Der dunkle *Pentamerus*kalk 12—15 m.	7 b α. Die Zone mit dem oberen mehr grobknolligen Teil des *Pentamerus*kalks. 7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk c. 30 m.	7 b. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*. Sow. oder der eigentliche *Pentamerus*-kalk ca. 40 m.
7 c. Die Zone mit dem feinknolligen Kalk und Schiefer mit *Crotalocrinus* ca. 50 m.	7 c α. Die Zone mit dem roten *Crotalocrinus*schiefer 11—12 m.	7 c α. Die Zone mit dem unteren *Crotalocrinus*-schiefer ca. 14 m. (?)
	7 c β—γ. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. oder dem oberen Korallenkalk ca. 50 m.	7 c β. Die Zone mit *Stricklandia lirata*, Sow. und *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. (der obere *Pentamerus*-kalk) ca. 20 m.
		7 c γ. Die Zone mit dem oberen *Crotalocrinus*schiefer ca. 20 m. (?)
ca. 115 m.	ca. 150 m.	105—107 m. (?)

landovery in den verschiedenen Gebieten.

Westliche Entwicklung			Nördliche Entwicklung
Ringerike	Skien u. Porsgrund	Hadeland	Mjøsen
a. Die Zone mit *Meristella* sp. und den *Pentamerus borealis*-Schichten ca. 10 m.	7 a. Die Zone mit *Meristella*, sp., oberst mit *Pentamerus borealis*, Eichw. ca. 7 m.	7 a. Die Zone mit dem *Borealis*kalk 4–5 m.	7 a–b α. Die Zone mit dem *Pentamerus*kalk 9–15 m.
7 b α. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. (Forma typica) oder der *Pentamerus*kalk ca. 25 m.	7 b. Die Zone mit *Pentamerus oblongus*, Sow. (*Forma typica*) oder der eigentliche *Pentamerus*kalk ca. 80 m.	7 b α. Die Zone mit dem eigentliche *Pentamerus*-kalk 6.5–7 m.	
7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk ca. 17 m.		7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk ca. 35 m. (?)	7 b β. Die Zone mit dem unteren Korallenkalk. 9–10 m.
7 c α. Die Zone mit dem unteren roten *Crotalocrinus*schiefer ca. 20 m.	7 c α. Die Zone mit *Stricklandinia lirata*, Sow. und ganz feinknolligen Kalk-Schichten ca. 10 m.	7 c α. Die Zone mit dem roten *Crotalocrinus*-schiefer ca. 25 m.	7 c a. Die Zone mit *Monograptus turriculatus*, Barr. und *Petalograptus palmeus*, Barr. ca. 4 m.
7 c β. Die Zone mit *Stricklandinia lens*, Sow. oder dem oberen Korallenkalk ca. 25 m.	7 c β–γ. Die Zone mit knolligem Kalk mit *Stricklandinia lirata*, Sow, und *Pentamerus Gotlandicus*, Leb, oder der obere *Pentamerus*kalk ca. 35 m.	7 c β–γ. Graugrüner und rötlicher Schiefer, meistens mit feinen Kalkknollen; äusserst sparsame Fauna. ca. 70 m.	7 c β. Die Zone mit *Monograptus discus*, Tqu. ca. 20 m.
7 c γ. Die Zone mit dem oberen roten *Crotalocrinus*-schiefer ca. 35 m.			7 c γ. Die Zone mit *Monograptus spiralis*, Gein. var. *subconicus*, Tqu. und *Retiolites Geinitzianus*, Barr. ca. 35 m. (?) 7 c δ. Oberste Schichten ohne Graptolithen, ca. 30 m. 7 c 80–100 m.
130–135 m.	125–130 m.	ca. 140 m.	100–120 m.

men vereinzelte Exemplare von *Pentamerus*, die ich im unteren Teil des kompakten Kalks beim Mjøsen gefunden habe, am nächsten mit *Pentamerus borealis*, Eichw. überein. Im Vergleich mit den südlicheren Gebieten muss deshalb der kompakte *Pentamerus*kalk beim Mjøsen als 7 a—b α bezeichnet werden. Auch hier denke ich mir wie auf Hadeland, dass nur der untere Teil der Zone 7 b auf Ringerike hierin einbefasst ist.

Dieser kompakte, reine Kalk wird an mehreren Stellen für Kalkfabrikation gebrochen. Er ist gewöhnlich fossilienarm. *Pentamerus* tritt fast überall sehr sparsam auf, ja oft wird man ganz vergebens nach diesem Leitfossil suchen. Am allgemeinsten sind einige Korallen und kleinere Brachiopoden, Formen, die in den S.-lichen Gebieten ganz allgemein sind oder sogar in Mengen vorkommen. Wichtig ist, dass auch hier die gut leitenden Formen *Illaenus longispinosus*, Kiær (nov. sp.) und *Leperditia Hisingeri-abbreviata*, F. Schm. gefunden sind: die letzte ist im unteren Teil nicht selten (Pag. 430).

Hierüber folgt Schiefer mit Kalkschichten, die erst noch ziemlich dick sind, sehr rasch aber feinknollig werden. Diese Schichten entsprechen augenscheinlich der Abteilung auf Hadeland, die ich als den unteren Korallenkalk (7 b β) bezeichnet habe, jedenfalls ihrem unteren, mit reichlichen Kalkschichten versehenen Teil. Sie sind aber beim Mjøsen noch viel fossilienarmer und nur 9—10 m. mächtig (Pag. 431). Die obersten Schichten bestehen oft aus rötlichem Kalk und enthalten stellenweise lange *Crotalocrinus*-ähnliche Stiele. Da ein roter *Crotalocrinus*-Schiefer fehlt, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese obersten Schichten in den untersten Teil der Zone 7 c zu stellen sind. Ich glaube aber, dass sie älter und mit Schichten der Zone 7 b β zu vergleichen sind.

Es ist interessant zu bemerken, wie die Mächtigkeit der Zonen im unteren Teil der Etage gegen N. hin mehr und mehr abnimmt, und auch die Fossilienarmut hier grösser und grösser wird.

Gleich über dieser dünnen Zone 7 b β beginnt eine mächtige Schieferabteilung, die reiche Graptolithen-Faunen enthält. Hier begegnet uns somit eine ganz neue Facies, die in keinem der südlicheren Gebiete entwickelt ist. Das Sediment ist ein graugrüner, oft dickplattiger, weicher Kalkschiefer mit einzelnen dünnen Horizonten von schwarzgrauem oder bräunlichem, gewöhnlich nicht kalkhaltigem Schiefer, in welchem die Graptolithen in besonders reichlicher Menge und guter Erhaltung vorkommen. Im oberen Teil finden sich feine Kalkknollen und Schichten von feinem

Kalksandstein. In petrographischer Hinsicht steht diese Faciesentwicklung derjenigen auf Hadeland am nächsten. Der rote *Crotalocrinus*-schiefer ist aber beim Mjøsen vollkommen verschwunden. Die Mächtigkeit habe ich zu 80—100 m. angeschlagen (Pag. 432). Bis jetzt habe ich folgende Graptolitenzonen von unten nachgewiesen:

7 c α. Die Zone mit *Monograptus turriculatus*, BARR. und *Petalograptus palmeus*, BARR. Besonders häufig sind hier *Monograptus priodon*, BRONN., *M.* cf. *cygneus*, TQU und *M. sartorius*, TQU. Nur 3—4 m. mächtig.

7 c β. Die Zone mit *Monograptus discus*, TQU. In der reichhaltigen Fauna ist *Monograptus priodon*, BRONN. häufig; auch *M. turriculatus*, BARR. kommt vor[1]. Ca. 16 m.(?).

7 c γ. Die Zone mit *Monograptus spiralis*, GEIN. var. *subconicus*, TQU. und *Retiolites Geinitzianus*, BARR. Sehr allgemein ist auch *Monograptus priodon*, BRONN. Die charakteristische Form *M. nodifer*, TQU. ist auch nicht selten. Die Mächtigkeit ist vielleicht ca. 35 m. (Helgø). (Pag. 433).

Zusammen mit den genannten kommt auch eine ganze Reihe von anderen Graptolithen vor (Pag. 432).

In den obersten Schichten (7 c δ) scheinen keine Graptolithen vorzukommen; jedenfalls sind sie hier selten. Dagegen findet sich eine arme Fauna von litoralem Charakter. Ausschlaggebend für die geschilderte Schichtenfolge sind die prachtvollen Profile auf Helgø.

b. Faciesveränderungen.

Vom Unteren zum Oberen Llandovery findet überall eine grosse Veränderung in der Faciesentwicklung statt. Die grobklastischen Sedimente, die bis jetzt in Form von dickeren und dünneren Kalksandsteinschichten eine so hervorragende Rolle gespielt haben, verschwinden mit dem Anfang des Oberen Llandovery vollständig, und mehr oder weniger kompakte Kalke finden sich in allen Gebieten ein. Diese Kalkfacies ist am reinsten entwickelt im untersten Teil der Etage 7 a—b und wird im allgemeinen wegen der meistens reichen Formation von glatten Pentameren als *Pentamerus*kalk bezeichnet. Im oberen Teil (7 c) geht dieser in Facies über, die mehr variierend sind, aber überall aus schieferreichen Sedimenten bestehen; nur in einzelnen Gebieten wird diese schieferreiche Schichtenfolge in der Mitte von einer kalkreichen Zone mit Korallen und den jüngsten Pentameren unterbrochen (7 c β).

[1] Nachdem der spezielle Teil gedrucht war, hat Dr. BJØRLYKKE mir gute Exemplare von dieser Form von der Brücke bei Torsæter geschickt.

Diese Faciesreihe, die man obwohl in etwas verschiedener Entwicklung überall antrifft, ist wohl im grossen und ganzen darin begründet, dass das Silurmeer in diesen Gegenden jetzt allmählich tiefer wird, bis in verschiedenen Gebieten entweder oberst im Llandovery (Mjøsen) oder unterst im Wenlock (Malmö, Bærum) die Graptolithenfacies erreicht wird.

Im unteren Teil der Etage ist das Tieferwerden des Meeres noch unsicher; das Aufhören der grobklastichen Sedimente und die darauf folgende starke Entwicklung der Kalkfacies können auf anderen Ursachen beruhen, z. B. auf einer Veränderung der Denudation auf dem naheliegenden Festlande. Man muss ja auch annehmen, dass die Muschelbänke und Korallenschichten der *Pentamerus*kalke in den seichteren Teilen der Flachsee abgelagert sind. Immerhin ist es jedoch nicht unwahrscheinlich, dass die Küstenferne wirklich vergrössert ist, und das dies die Ursache ist zu den reichen und mannigfaltigen Faunen, die sicherlich frischeres und klareres Wasser zu ihrem Gedeihen als die mehr einförmigen Faunen im Unteren Llandovery verlangt haben.

Anders im oberen Teil der Etage; die Sedimente hier gehören wohl sicher den tieferen Teilen der Flachsee an, und man muss somit eine negative Verschiebung der Strandlinie (Senkung) annehmen, bei welchem die Meerestiefe vergrössert wurde[1]. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass der vertikale Facieswechsel vom Unteren Llandovery bis zum Wenlock im grossen und ganzen deutlich eine absteigende Facieskurve angibt.

Betrachtet man die Facies der einzelnen Zonen in den verschiedenen Gebieten, also den horizontalen Facieswechsel, findet man im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets ein ähnliches Verhältnis als im Unteren Llandovery, indem die Facies im W. durchgehends auf seichterem Wasser als im O. abgelagert zu sein scheinen. Im unteren Teil der Etage deuten hierauf besonders die *Borealis*-Schichten und Kalke, die nur in den westlichen Gebieten nachweisbar sind (Ringerike, Hadeland). Ihre mit den ungemein dicken *Pentamerus*schalen angefüllten Muschelbänke sind wohl sicherlich auf bedeutend seichterem Wasser gebildet als die übrigen *Pentamerus*kalke, in welchen die Pentameren viel dünnschaliger sind und die Fauna mehr abwechselnd. Auch der Umstand, dass die Fauna des *Pentamerus*kalks (7 a—b) viel reicher in O. als im W. ist, scheint mir im dieselbe Richtung zu zeigen.

---

[1] J. WALTHER, Bionomie des Meeres, 1893, Pag. 177. G. GÜRICH, Das Palaezoicum im polnischen Mittelgebirge, 1896, Pag. 429. Ich verweise speziell auf die interessanten Auseinandersetzungen von G. GÜRICH.

Ähnliches sieht man auch im oberen Teil der Etage. Am weitesten im O. (Malmö) die einförmige Ablagerung des feinknolligen *Crotalocrinus*-schiefers, in den westlichen Gebieten mehr abwechselnde, schieferreiche Sedimente, die in der Mitte von der Kalkfacies des oberen *Pentamerus*-kalks oder Korallenkalks unterbrochen werden. Augenscheinlich haben kleine Veränderungen in dem Meereswandel in den seichteren Teilen im W. merkbare Unterschiede in den physikalischen Verhältnissen und der Sedimentation bewirken können, während sie im O., wo das Meer bedeutend tiefer war, sich nicht bemerkbar machten.

In dem N.-lichen Teile des Kristianiagebiets beim Mjøsen, wozu in dieser Etage das Gebiet auf Hadeland einen Übergang bildet, weichen die Facies sehr bedeutend von denjenigen der südlicheren Gebiete ab. Die Facies des *Pentamerus*kalks geht hier wahrscheinlich viel rascher in schieferreiche Facies über, und schon im mittleren Teil der Etage werden beim Mjøsen echte Graptolithenschiefer gebildet, eine Facies, die weiter im S. nur stellenweise im unteren Wenlock entwickelt ist. Die Sedimente dieser Facies werden ja gewöhnlich als Sedimente der tiefsten Teile der Flachsee oder sogar der Tiefsee betrachtet; der Meereswandel muss folglich im N. rascher und grösser gewesen sein als weiter im S. Die eigentümliche Verärmerung der Fauna, die sich gegen N. so bemerkbar macht, kann ich noch nicht mit Sicherheit erklären.

Ich will hier nicht näher auf die Deutung der verschiedenen Facies eingehen. Bevor die Sedimente unseres Obersilurs petrographisch und chemisch untersucht sind, wird ein Versuch auf nähere Detaillierung sich überhaupt nicht lohnen, und ich begnüge mich deshalb in dieser Arbeit mit diesen kurzen Andeutungen.

c. Faunaentwicklung.

In dem vorhergehenden Abschnitt habe ich die Hauptzüge der Entwicklung der drei wichtigsten obersilurischen Tiergruppen geschildert (Pag. 447). Hier will ich deshalb nur einige speziell wichtige Formenreihen etwas näher berücksichtigen.

Zuerst muss ich dann die Formenreihe der glatten Pentameren oder die *Pentamerus oblongus*-Reihe besprechen. Diese zeigt sich in unserem Silur zuerst in Asker, wo sie schon in der Zone 6 c β auftritt. *Pentamerus borealis*, Eichw. tritt hier zusammen mit einer späten Mutation der *Stricklandinia lens*, Sow. an einigen Stellen zahlreich auf. In der Zone 7 a sind dann reiche Formationen von einer ausserordentlich dickschaligen Varietät derselben Form sehr charakteri-

stisch für die westliche Entwicklung, nämlich auf Ringerike, besonders aber auf Hadeland. Bei Skien und Porsgrund findet man nur vereinzelte Exemplare. Solche treten auch in dem Gebiet bei Holmestrand auf; oberst in 7 a liegen aber hier einige dünne Schichten mit Mengen von einer mehr dünnschaligen *Pentamerus borealis*, Eichw. Alle diese Formen zeichnen sich durch das sehr kurze Medianseptum und die ausserordentlich breite Kammer der Ventralschale aus. In den nachfolgenden Formen der glatten Pentameren, die in verschiedenen Horizonten der Zonen 7 b α und β und in 7 c β zahlreich auftreten, habe ich nun eine allmähliche Umbildung des ventralen Septalapparats gefunden. Sie besteht in einer Verlängerung des Septums und zur selben Zeit einer Verschmälerung der Kammer. Schon im oberen Teil der 7 b α ist eine Form entwickelt, die dem typisch englischen *Pentamerus oblongus*, Sow. entspricht. Noch höher in 7 b findet sich eine gewöhnlich stark trilobate Form, bei welcher das Septum noch stärker entwickelt ist. Diese Entwicklung kulminiert bei der für 7 c β charakteristischen Form mit ihrem ausserordentlich langen Septum, die mit dem von Gotland beschriebenen *Pentamerus Gotlandicus*, Leb. übereinstimmt. Sie findet sich aber auf Gotland scheinbar in einem noch höheren Horizont.

In keinem anderen obersilurischen Gebiet lässt sich wohl diese Reihe der glatten Pentameren besser verfolgen als in dem Kristianiagebiete. Die verschiedenen kleineren Gebiete innerhalb dieses supplieren einander in dieser Beziehung in sehr glücklicher Weise.

Ich habe nun bei den nacheinander folgenden Formen der *Stricklandinia lens*, Sow. eine Umbildung des Septalapparats gefunden, die in dieselbe Richtung geht. Es finden sich nämlich auch von dieser Form im Kristianiagebiete nicht nur Mengen von Varietäten, sondern auch wirkliche Mutationen, die durch solche Veränderungen des Septalapparats von grösstem Interesse sind. Die jüngsten Mutationen, die in 6 c β und 7 a auftreten, zeigen ein bedeutend längeres Septum als die älteren Formen. Da nun bei diesen zwei Formenreihen der innere Bau sehr nahe verwandt ist, liegt die Vermutung nahe, dass sie in phylogenetischer Verbindung miteinander stehen. In dem ausgezeichnet erhaltenen und reichhaltigen Material, das ich von diesen Formen eingesammelt habe, finden sich auch solche, die ich jedenfalls vorläufig als wirkliche Zwischenstadien auffassen muss. Es scheint mir, dass wir hier eine zusammenhängende Entwicklungsreihe von grossem Interesse besitzen, die ich in nächster Zukunft monographisch zu beschreiben hoffe.

Erst in 7 c β zeigt sich in unserem Obersilur die stratigraphisch wichtige Form *Stricklandinia lirata*, Sow. Sie tritt hier ganz unvermitttelt auf und scheint jedenfalls mit den jüngsten Mutationen der *Stricklandinia lens*, Sow. nicht in näherer Verbindung zu stehen.

Sehr interessant sind auch die auftretenden Formen von *Illaenus* und *Bumastus*, an welchen das norwegische Llandovery ausserordentlich reich ist.

Alle norwegischen, wie auch die übrigen obersilurischen *Illaenus*-Formen gehören einem Formenkreis an, den HOLM die Untergattung *Stenopareia* genannt hat. Dieser fällt nun in zwei Gruppen. Die eine umfasst Formen verwandt mit *Illaenus glaber*, KJERULF und geht vom Untersilur in das Untere Llandovery hinauf — die *Illaenus glaber*-Gruppe. Hierzu gehören die im Unteren Llandovery vorkommenden Formen: *Illaenus* cf. *Thomsoni*, SALTER, *I. rotundus*, KIÆR (nov. sp.) und *I. sculptus*, KIÆR (nov. sp.). Die andere umschliesst Formen, die mit *Illaenus proles*, HOLM verwandt sind, und charakterisiert Oberes Llandovery — die *Illaenus proles*-Gruppe.

Von dieser Gruppe habe ich zwei neue Formen gefunden, nämlich:

Illaenus longispinosus, KIÆR (nov. sp.), 7 a—b.
Illaenus Brøggeri, KIÆR (nov. sp.), 7 c.

Mit dem Llandovery verschwindet die Gattung *Illaenus*, die ihre reichste Spezialisierung im Untersilur hat, fast vollkommen. Nur eine Form, *Illaenus Brøggeri*, KIÆR findet sich sehr selten im oberen Wenlock auf Ringerike; sie gibt für diesen unteren Teil des Obersilurs eine ganze Reihe von ausgezeichneten Leitfossilien ab.

Anders verhält es sich mit der Gattung *Bumastus;* sie zeigt sich erst im Unteren Llandovery[1] und setzt sich mit einer ganzen Reihe von Formen bis hoch ins Ludlow fort. Im Unteren Llandovery finden sich jedenfalls 4 verschiedene *Bumastus*-Formen, die alle einer interessanten, primitiven Gruppe angehören, die diesen Teil des Obersilurs auszeichnet. Sie sind der aus dem schotischen Llandovery beschriebenen Form *Bumastus Maccalumi*, SALT., die noch unvollständig bekannt ist, nahe. Ich bezeichne deshalb diese Gruppe als die *Maccalumi*-Gruppe. Die folgenden Formen kommen in unserem Obersilur vor:

Bumastus brevis, KIÆR (nov. sp.), 6 c—c α.
Bumastus depressus, KIÆR (nov. sp.), 7 a.
Bumastus longicaudatus, KIÆR (nov. sp.), 7 b—c.
Bumastus perbrevis, KIÆR (nov. sp.), 7 b.

[1] Eine Ausnahme macht *Bumastus nudus*, ANG., der nach HOLM in Leptaenakalk auftritt.

Von diesen habe ich nur eine, *Bumastus longicaudatus*, Kiær, in jüngeren Schichten selten gefunden (9 d, Holmestrand). Kurze Diagnosen der neuen *Illaenus*- und *Bumastus*-Formen finden sich am Schlusse dieser Arbeit. Für eine spätere monographische Beschreibung sind die Planchen fast fertig.

Auch die *Leperditia*-Formen beginnen hier im Oberen Llandovery als Leitfossilien eine hervortretende Rolle zu spielen. Im Unteren Llandovery sind sie sehr selten; nur im Gebiet bei Skien und Porsgrund habe ich im oberen Teil der Zone 6 b eine Form gefunden, leider aber nicht in so guten Exemplaren, dass sie sicher bestimmt werden konnte (Pag. 263). In 7 a dagegen kommt ganz allgemein eine ziemlich variierende Form vor, die sowohl mit der echten *Lep. Hisingeri*, F. Schm, als mit der *Lep. abbreviata*, F. Schm. verwandt ist. Wahrscheinlich ist sie eine Stammform für beide und wird deshalb in dieser Arbeit als *Lep. Hisingeri-abbreviata*, F. Schm. bezeichnet. In 7 b tritt dann die typische *Lep. abbreviata*, F. Schm. stellenweise in Mengen und ganz ausgezeichneten Exemplaren auf, während die echte *Lep. Hisingeri*, F. Schm. erst im oberen Wenlock sich zeigt.

B. Wenlock—Ludlow.

III. Wenlock (Etage 8).

a. Die stratigraphische Entwicklung.

Die Mächtigkeit dieser Etage variiert bedeutend in den verschiedenen Gebieten — von ca. 53 bis ca. 140: auch die Faciesentwicklung ist sehr verschieden. Im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets ist der untere Teil mehr oder weniger schieferreich, der obere dagegen kalkreich, weshalb man hier von einem Wenlockschiefer und einem Wenlockkalk sprechen kan. Der nördliche Teil weicht dagegen hiervon ganz ab, indem der untere auch hier schieferreiche Teil nach oben in einen mächtigen Sandstein übergeht.

1. Die westliche Entwicklung.

Wenlock besteht hier aus einer 130—140 m. mächtigen Schichtenfolge, in welcher die folgenden Zonen unterschieden werden können:

8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl., ca. 70 m.
8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. und *Leperditia Hisingeri*, Schm. (*Forma typica*), ca. 45 m.
8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. oder der Wenlockkalk, 4—25 m.
8 d. Die Zone des dunklen, schiefrigen Kalks mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*), 2—12 m.

Die Zone 8 a besteht aus einer ca. 70 m. mächtigen Schichtenreihe, die aus grüngrauem Tonschiefer und ebenen Schichten (Platten) von feinem, hartem Kalksandstein aufgebaut ist. Diese letzteren sind in mehreren Horizonten stark entwickelt und in dicken Bänken vorhanden. Der Schiefer ist zonenweise sparsam und reichlich; es finden sich 3 mächtigere Schieferhorizonte, von welchen die zwei unteren nur 3—4 m., der obere dagegen ca. 12 m. mächtig sind. Während die unteren Horizonte sehr fossilienarm sind, enthält dieser obere oft eine Menge von gut erhaltenen Versteinerungen (Pag. 72). Die Fauna besteht wesentlich aus Brachiopoden; verschiedene Trilobiten und Bryozoen sind auch allgemein. Seltener sind Lamellibranchiaten, Fragmente von Nautilloideen, Stielglieder von kleinen Crinoiden, kleine Zaphrentiden und *Receptaculites*. In grösster Menge kommt *Atrypa reticularis*, L. var. vor. Sehr bezeichnend und ganz allgemein sind *Cyrtia exporrecta*, Wahl. und *Spirifer plicatellus*, L. Beide kommen wohl auch oberst in 7 c vor; aber der eigentliche Horizont, besonders für die erstere Form, ist hier. Von Trilobiten findet man hier häufig *Phacops Stokesi*, Salt. und *Encrinurus laevis*, Ang. in ganz ausgezeichneten Exemplaren.

Über diese interessante *Cyrtia exporrecta*-Zone folgen Schichten von ähnlicher Zuzammensetzung, in welchen jedoch der Schiefer sparsamer ist und harte, sandige Kalkschichten sich einfinden. Besonders im oberen Teil dieser Zone 8 b enthalten diese letzteren eine reiche Fauna.

Hier kommen teils eine Reihe der älteren Formen in 8 a, teils verschiedene neue vor. Der schöne, kleine *Palaeocyclus porpita*, L., der als Seltenheit in 7 c β auftritt, ist hier massenhaft vorhanden. Von Brachiopoden ist auch hier *Atrypa reticularis*, L. zusammen mit einer kleinen, für diese Zone eigentümlichen *Chonetes*-Form äusserst allgemein; sonst nenne ich die grosse, schöne *Strophomena Wahlmstedti*, Ldm. die kleine *Glassia obovata*, Sow. und *Stricklandinia lirata*, Sow. Die letzte findet sich nur ganz vereinzelt; ihr Vorkommen ist aber von grossem

Interesse, weil sie sonst ein Leitfossil für die Zone 7 c β ist. Diese Zone ist auch der richtige Horizont für die typische *Leperditia Hisingeri*, SCHM., die in grossen Exemplaren ganz allgemein ist. Oberst habe ich als Seltenheit *Monograptus priodon*, BRONN gefunden (Pag. 74). Diese charakteristische Fauna findet sich in ähnlicher Entwicklung auch in mehreren anderen Gebieten und ist überall leicht wiederzuerkennen.

Die Kalkschichten, die in 8 b nach oben zahlreicher werden, bereiten die Kalkfacies vor, die im dem obersten Teil der Etage vorherschen. Ich unterscheide hier zwei Zonen 8 c und d. Die untere ist stark variierend; bald tritt sie als regelmässige, reine Kalkschichten und Mergelschiefer, bald als vollständige Korallenriffkalke, bald als eine Mischung von beiden auf; die Mächtigkeit variiert stark (4—25 m.). Die obere besteht aus schwarzgrauem, oft schiefrigem Kalk. und wechselt auch sehr bedeutend an Mächtigkeit (2—12 m.). Es besteht nun ein sehr bemerkenswertes Verhältnis zwischen diesen zwei Zonen; wo die erstere wenig mächtig ist, schwillt die andere zu einer sehr bedeutenden Mächtigkeit an und umgekehrt. Dies ist wohl in der Weise zu erklären, dass die Faciesveränderung von 8 c zur typischen 8 d zu verschiedener Zeit an den verschiedenen Stellen vor sich gegangen ist. In Übereinstimmung hiermit sind oft die Faunen dieser zwei Zonen in Wirklichkeit nicht sehr verschieden (Pag. 88). Es finden sich jedoch in 8 d einzelne wichtige neue Formen, die die Berechtigung der Aufstellung von dieser Zone sichern.

Wenn die Zone 8 c als reine Kalkschichten und Mergelschiefer auftritt, variiert ihre Mächtigkeit von 4 bis 10 m. Die Kalkschichten sind oft sehr fossilienreich. In Mengen kommt eine grosse Varietät von *Atrypa reticularis*, L. vor. Besonders wird jedoch diese Facies durch das Auftreten eines riesigen *Cyathophyllum* charakterisiert. Die bis 60 cm. langen Skelette dieser Einzelkoralle liegen oft in Mengen in den Kalkschichten und bieten ein sehr eigentümliches Faunenbild dar. Ich habe diese Form vorläufig als *Cyathophyllum* cf. *angustum*, LONSD. bezeichnet. Sie ist ganz verschieden von dem grossen *Cyathophyllum* in der Zone 6 c (Asker). Von den übrigen Formen nenne ich als die am meisten charakteristische *Strophomena Loveni*, VERN., *Rhynchonella cuneata*, DALM. und *Pterinea planulata*, CONR. (Siehe weiter Pag. 76).

Die Facies als Korallenriffkalk kann eine bedeutend grössere Mächtigkeit erlangen, bis 25 m., ist aber mehr lokal in ihrem Auftreten. Dicke, kompakte, unregelmässig geschichtete Kalkbänke wechseln mit unregelmässig geschichteten und rasch auskeilenden Partien mit Schiefer

oder knolligen Kalkschichten. Korallen kommen gewöhnlich in grosser Menge vor. Eigentlich riffbildend sind Favositiden und Stromatoporen; aber auch *Halysites*, *Syringopora* und koloniebildende Rugosen wie *Columnaria Naesianum*, KJERULF, *Cyathophyllum articulatum*, HIS. und *Acervularia ananas*, L. spielen eine hervorragende Rolle. Mehrere dieser Korallen sind neue Typen, die die Wenlock—Ludlow-Abteilung charakterisieren. Korallenriffbildungen habe ich teils als kleine, am Anfang ihrer Bildung stehende Riffe, teils als grosse Riffkalkmassen angetroffen. Es scheinen eine Reihe isolierte Korallenriffe gewesen zu sein, umgeben von grösseren Strecken mit regelmässig abgelagerten Kalkschichten und Schiefer (Pag. 79 und 81).

An einigen Stellen trifft man eine Mischung von diesen zwei Facies.

Trotzdem die Fauna in diesen verschiedenen Faciesentwicklungen natürlich in ihrer Zusammensetzung bedeutend differiert, treten jedoch mehrere charakteristische Formen überall auf; ich nenne als solche *Strophomena Loveni*, VERN., *Rhynchonella cuneata*, DALM., die in dieser Zone besonders reichlich und in schönen Exemplaren auftritt, und *Pterinea planulata*, CONR.

Über dieser interessanten und stark variierenden Zone liegt ein mehr regelmässig oder ganz unregelmässig schiefriger schwarzgrauer Kalk, der zuweilen in grobknolligen Kalk übergeht. Die Mächtigkeit dieser Schichten, die ich als die jüngste Wenlockzone — 8 d — auffasse, wechselt stark, indem sie von 2—12 m. variieren kann. Diese Variation steht im Zusammenhang mit der Entwicklung der vorigen Zone (Pag. 82—88). An Lokalitäten, wo 8 c wenig mächtig ist, schwillt 8 d zu einer bedeutenden Mächtigkeit an und umgekehrt. Dies Verhältnis lässt sich wie schon gesagt, in der Weise erklären, dass die Faciesveränderung von 8 c bis zur typischen 8 d zu verschiedener Zeit an den verschiedenen Stellen vor sich gegangen ist. In Übereinstimmung hiermit sind die Faunen dieser beiden Zonen nicht sehr verschieden, und der Unterschied mag zum Teil in der verschiedenen Faciesentwicklung begründet sein. Das grosse *Cyathophyllum* kommt z. B. auch in 8 d oft sehr allgemein vor. Dasselbe ist mit einer ganzen Reihe anderer Formen der Fall. Ich betrachte deshalb beide Zonen als nahe verwandt und teilweise homochron.

Die Fauna in 8 d ist meistens reich (Pag. 89). Sehr eigentümlich ist die Stromatoporenformation, die konstant aufzutreten scheint. Die einzelnen Stöcke erreichen oft eine ausserordentliche Grösse; jedoch bilden entweder sie oder die stellenweise zahlreich auftretenden Korallen ko-

rallenriffähnliche Bildungen wie in der vorigen Zone. Unter den Brachiopoden und Crustaceen finden sich die für diese Zone am meisten charakteristischen Formen. Besonders muss ich eine *Rhynchonella* sp. und *Leperditia baltica*, HIS. hervorheben. Die *Rhynchonella*-Form zeigt Ähnlichkeit mit *Rh. nucula*, Sow., hat aber zahlreichere und feinere Rippen. Es ist mir noch nicht gelungen, sie mit einer schon bekannten Form zu identificieren. Im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets ist sie sehr charakteristisch für diese obersten Wenlockschichten. Sehr allgemein ist auch die typische Form der bekannten *Leperditia baltica*, HIS., die mit verschiedenen Mutationen in das Ludlow sich fortsetzt. Ja sie scheint mir auf Ringerike so charakteristisch für diese Schichten zu sein, dass ich die Zone nach ihr bezeichnet habe. Sie tritt mit *Beyrichia* und *Primitia* zusammen auf und gibt neben einigen anderen Formen wie *Coenites repens*, L. und *Actinoceras* cf. *imbricatum*, HIS. der Fauna eine gewisse Annäherung an diejenige im Ludlow.

Überhaupt ist die Grenze zwischen Wenlock und Ludlow faunistisch ganz unbestimmt, und ich war lange Zeit in Zweifel, ob ich die dunklen Kalkschichten der Zone 8 d zu Wenlock oder Ludlow rechnen sollte. Das erste Auftreten der *Leperditia baltica*, HIS., die eine so hervorragende Rolle in unserem Ludlow spielt, schien mir anfangs ganz natürlich die untere Grenze des Ludlows markieren zu können. Durch ein näheres Studium dieser Zone in den verschiedenen Gebieten habe ich aber allmählich die Überzeugung gewonnen, dass sie am nächsten mit der vorhergehenden Zone zusammenhängt und somit am besten zum Wenlock gestellt werden kann.

Nachdem jetzt die typische Entwicklung auf Ringerike geschildert ist, brauchen die Verhältnisse in den übrigen westlichen Gebieten nur kurz besprochen zu werden.

Am grössten ist wohl die Übereinstimmung weiter im N. auf Hadeland. Hier sind an mehreren Stellen Schichten der Zonen 8 a—b in einer ähnlichen Entwicklung wie auf Ringerike vorhanden, aber noch wenig studiert (Pag. 391—394). Scheinbar ist die Zone 8 a viel fossilienärmer als auf Ringerike; vielleicht beruht dieser Eindruck darauf, dass die reicher fossilienführenden Schichten bei meiner hier nur vorläufigen Untersuchung zufälligerweise nicht angetroffen wurden. Im oberen Teil der Zone 8 b enthalten die Kalkschichten auch auf Hadeland eine sehr reiche Fauna. Die Mächtigkeit scheint in beiden Gebieten ungefähr dieselbe zu sein. Jüngere Schichten als solche der Zone 8 b sind nicht angetroffen; sie sind jedoch sicherlich auch hier vor-

handen gewesen und, wie ich jedenfalls für die obersten Zonen des Wenlocks annehmen muss, in ähnlicher Faciesentwicklung wie die geschilderte auf Ringerike.

Grösser ist der Unterschied weit im S. bei Skien und Porsgrund. Hier ist die Mächtigkeit viel weniger, nämlich nur 80—90 m. (Pag. 275). Dieselben Zonen wie auf Ringerike können jedoch auch hier unterschieden werden. In den zwei untersten Zonen fehlen die oft mächtigen Bänke von feinem Kalksandstein, die so charakteristisch für Ringerike und Hadeland sind; man hat einen dunkel graublauen Schiefer, der oft ganz plattig ist. Der untere Teil enthält keine Kalkschichten; Fossilien treten im Schiefer ziemlich sparsam auf und setzen eine Fauna zusammen, die wohl nicht so reich als die in 8 a auf Ringerike ist, aber doch sehr gut mit dieser übereinstimmt (Pag. 276).

Dieser *Cyrtia exporrecta*-Schiefer geht ohne scharfe Grenze in die Zone mit *Chonetes* sp. (8 b) über, in welcher dünne Kalkschichten sich einfinden und nach oben zahlreicher und zahlreicher werden. Besonders in dem obersten Meter, direkt unter den dicken Kalkbänken der folgenden Zone, liegen sie ziemlich dicht und enthalten speziell hier eine ganz reiche Fauna, die im grossen und ganzen sehr gut mit derjenigen in derselben Zone auf Ringerike übereinstimmt (Pag. 278), Ich muss jedoch hervorheben, dass die auf Ringerike so allgemeine *Leperditia Hisingeri*, Schm. hier im S. sehr selten vorkommt. Die Mächtigkeit dieser beiden Zonen beträgt ca. 60 m.

Jetzt folgt die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dahm. (8 c) oder der Wenlockkalk. Die Faciesentwicklung entspricht derjenigen als Korallenriffkalk auf Ringerike, ist aber gewöhnlich viel reicher an grossen Stielgliedern von *Abacocrinus* (Pag. 280), dessen Kelche hier nicht selten gefunden sind. Korallen treten stellenweise in Mengen auf. Von anderen Fossilien sind *Rhynchonella cuneata*, Dalm., *Spirifer plicatellus*, L. und *Pterinea* cf. *planulata*, Conr. die häufigsten und am meisten bezeichnend.

Die Entwicklung dieses Kalks ist wie auf Ringerike recht variierend; auch schieferreiche Partien kommen zwischen den kompakten Kalkbänken stellenweise vor. Die kompakte Kalkfacies hat jedoch überall das Übergewicht, und die schöne *Cyathophyllum*facies von Ringerike scheint hier nicht aufzutreten. Die Mächtigkeit wechselt stark (5—30 m.). An den Stellen, wo der Kalk in mächtiger und reiner Entwicklung auftritt, wird er gewöhnlich für die Kalkfabrikation ausgebrochen und macht dann in den Kalkbrüchen mit seinen Crinoiden- oder

Korallenreichen, mächtigen Bänken aus meistens hellgrauem Kalk einen imposanten Eindruck.

Zwischen dieser hervorragenden Kalkzone und der folgenden schieferreichen Zone 8 d findet man dasselbe Verhältnis, wie ich es für Ringerike geschildert habe: wo der Wenlockkalk mächtig ist, tritt 8 d in geringer Mächtigkeit auf und umgekehrt, so dass die Zonen teilweise homochron sind. Ich muss jedoch bemerken, dass ich nur auf sehr wenigen Stellen diese oberste Wenlockzone aufgeschlossen gefunden habe. Es scheint aber, dass sie teils als ein wenig mächtiger, dunkler, schiefriger Kalk, teils als ein graublauer, kalkhaltiger Schiefer mit ebenen bis knolligen Kalkschichten entwickelt ist. Im unteren Teil dieser letzten Entwicklung, die vielleicht bis 15 m. mächtig sein kann, findet sich eine ganz reiche Fauna von kleinen Bryozoen und Brachiopoden, im oberen Teil treten zahlreiche Korallen auf (Pag. 283). Die Korallenfauna ist ungefähr dieselbe wie in 8 d auf Ringerike, obwohl die sedimentäre Entwicklung etwas abweicht. Die übrige Fauna ist interessant, indem sie mehrere Formen enthält, die auf Ringerike erst in 9 a auftreten; ich nenne *Atrypina Angelini*, Ldm., *Tentaculites ornatus*, Sow. und *Pterinea retroflexa*, Wahl. Ein ähnliches Verhältnis findet man auch in mehreren anderen Gebieten (Holmestrand, Bærum).

2. Die östliche Entwicklung.

Das klassische Gebiet für diese ist auch im Wenlock das Gebiet auf Malmö (Pag. 164). In allen Zonen findet man hier Faciesentwicklungen, die von denjenigen der westlichen Entwicklung mehr oder weniger abweichen. Am grössten ist der Unterschied im unteren Teil (8 a—b) mit seiner Entwicklung als Graptolithenschiefer. Eine genaue Parallelisierung ist hier nicht möglich. Bedeutend ist dagegen die Übereinstimmung im oberen Teil, in welchem überall im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets die Faciesentwicklung ziemlich nahestehend ist. Ich unterscheide die folgenden Zonen:

8 a-b. Der *Monograptus*schiefer, ca. 80 m.
- 8 a α. Die Zone mit *Monograptus basilicus*, Lpw., ca. 6 m.
- 8 a β. Die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, Carr., ca. 4 m.
- 8 b. Die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw., ca. 70 m.

8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm., 6—8 m.

8 d. Die Zone mit dem „Malmökalk", 10—15 m.

Die gesamte Mächtigkeit wird somit hier ca. 100 m.

Über den obersten ziemlich dickknolligen, fossilienarmen Schichten der Zone 7 c liegt erst ein dickplattiger, blauschwarzer, kalkhaltiger Schiefer mit einzelnen dickeren Schichten und Linsen von feinem, blauschwarzem Kalk (8 a α), der nach ca. 6 m. in einen mehr dünnplattigen Graptolithenschiefer übergeht (8 a β): dieser ist unten von dunkler Farbe, weiter oben mehr graublau. Beide diese Zonen sind meistens reich an Graptolithen, die leider stark gepresst und deshalb weniger gut erhalten sind. Mehrere Formen sind gemeinsam, wie *Monograptus priodon*, Bronn. und *crenulatus*, Tqu., die beide allgemein und oft in Mengen vorkommen. Eigentümlich für 8 a α sind *Monograptus basilicus*, Lpw. (allgem.) und *Retiolites Geinitzianus*, Barr. (selten), für 8 a β dagegen mehrere *Cyrtograptus*formen, von welchen *C. Murchisoni*, Carr. wohl die wichtigste ist (Pag. 168). Hierin sehe ich einen nicht unwichtigen Unterschied zwischen diesen zwei Graptolithenhorizonten, indem das Vorkommen von *Retiolites* in den unteren Schichten eine nahe Verwandtschaft mit den *Retiolites*reichen Schichten des obersten Llandovery beim Mjøsen angibt, während die *Cyrtograptus*formen in den oberen Schichten ausgesprochen neue Faunaelemente darstellen, die für Wenlock besonders charakteristisch sind. Beide Zonen müssen jedoch im Vergleich mit England als unterstes Wenlock betrachtet werden (Pag. 166). Zusammen mit den Graptolithen kommen im Schiefer stark gepresste Reste von Orthoceren und *Hyolithus*-ähnliche Fossilien oft verzahlreich vor zusammen mit mehreren anderen seltneren Formen. Verschiedene von diesen finden sich in guter Erhaltung in den Kalkschichten und Linsen in 3 a α, die oft eine sehr interessante Tiergesellschaft enthalten.

Die Zonen 8 a α—β sind wahrscheinlich nicht mehr als ca. 10 m. mächtig; hierüber taucht eine neue, wichtige Form auf, *Monograptus riccartonensis*, Lpw., die für die zweite Graptolithenzone des englischen Wenlocks eigentümlich ist. Diese Form kommt anfangs mit *Monograptus crenulatus*, Tqu. und *Cyrtograptus*fragmenten zusammen vor, scheint aber bald alleinherrschend zu werden. Sie ist unten am häufigsten (in den unteren 10 m.), nach oben sparsam, und scheint eigentümlich genug durch den ganzen ca. 70 m. mächtigen, oberen Teil des *Monograptus*schiefers zu gehen (Pag. 169). Der Schiefer in dieser somit ausserordentlich mächtigen Zone 8 b, die jedoch leider noch zu wenig studiert ist, hat eine hellere Farbe als in 8 a; er ist graugrün, stark kalkhaltig und geht nach oben ganz allmählich in die Zone 8 c mit ihren zahlreichen Kalkschichten, die eine reiche litorale Brachiopodenfauna enthalten, über.

Die Zone 8 c ist nicht mehr als 6—8 m. mächtig und besteht aus ziemlich ebenen Kalkschichten und Mergelschiefer. Die Kalkschichten enthalten eine sehr reiche und gut erhaltene Fauna, in welcher Brachiopoden die grösste Rolle spielen, die aber auch eine ganze Reihe von interessanten Korallen, Bryozoen, Crinoiden, Ostracoden, Trilobiten und Molusken enthalten (Pag. 171). Von speziellem Interesse für das norwegische Obersilur, wo Kronen von Crinoiden sehr selten sind, ist der Fund von 2 vortrefflich erhaltenen Kronen von *Hypanthocrinus granulatus*, Lew. Als die am meisten leitenden Formen nenne ich: *Chonetes*, sp., *Rhynchonella cuneata*, Dalm., *Phacops* nov. sp., *Bumastus praeruptus*, Kiær. (nov. sp.) und *Pterinea planulqta*, Conr. Im ganzen zeigt diese Entwicklung der Zone auf Malmö grosse Übereinstimmung mit der Faciesentwicklung der Zone 8 c als reine Kalkschichten und Mergelschiefer auf Ringerike. Die charakteristischsten Formen sind gemeinsam; das grosse *Cyathophyllum* fehlt aber vollständig und die kleine *Chonetes*form kommt auf Ringerike in dem obersten Teil der darunterliegenden Zone und nicht in 8 c vor.

Direkt auf 8 c folgt der „Malmökalk“ (8 d), womit das Wenlock abgeschlossen wird; er ist ein grauer, oft etwas bituminöser Kalk in dichtliegenden gewöhnlich dicken, unregelmässig knolligen Schichten und hat eine Mächtigkeit von 10—15 m.; der Schiefer tritt stark zurück. Er ist nicht versteinerungsreich, enthält aber dennoch eine ganz reichhaltige Fauna (Pag. 173), die grosse Ähnlichkeit mit derjenigen in 8 c zeigt. Über die Hälfte der Formen kommen auch in 8 c vor; aber einzelne neue treten auch auf, von welchen ich besonders *Rhynchonella Wilsoni*, Sow., *Bumastus inflatus*, Kiær (nov. sp.) und *Proetus* cf. *signatus*, Ldm. hervorhebe. Die *Bumastus*form ist eine weitere Entwicklung von *B. praeruptus*, Kiær in 8 c.

Sie gehören beide zu der für Wenlock charakteristischen *Bumastus Barriensis*-Gruppe. Der Malmökalk kann leicht mit dem dunklen schiefrigen Kalk der Zone 8 d auf Ringerike, der zuweilen in grobknolligen Kalk übergehen kann, parallelisiert werden. Sie repräsentieren ziemlich nahestehende Facies, unterscheiden sich aber faunistisch in mehreren Beziehungen; auf Ringerike ist die Facies viel fossilienreicher, und besonders die Korallen spielen eine viel grössere Rolle. Hervorzuheben ist auch, dass die *Leperditia baltica*, His., die ja in 8 d auf Ringerike so allgemein ist, nicht mit Sicherheit auf Malmö nachgewiesen ist. Dasselbe war ja auch in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund der Fall.

Mit dem Malmökalk wird die obersilurische Schichtenreihe in dem Malmögebiet abgeschlossen, indem alle jüngeren Bildungen durch die Denudation weckgeführt sind.

3. Gemischte westliche und östliche Entwicklung.

Am stärksten ausgeprägt ist eine Mischung der zwei beschriebenen Entwicklungstypen in dem Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand. Die unterste Zone stimmt petrographisch und faunistisch mit der Entwicklung bei Skien und Porsgrund gut überein. Sie besteht wie hier aus dunkel graublauem, dickplattigem Schiefer und ist wahrscheinlich nicht mehr als ca. 35 m. mächtig. Diese *Cyrtia exporrecta*-Zone geht auch hier in eine ca. 15 m. mächtige Abteilung (8 b) über mit dünnen Kalkschichten, die unten ganz sparsam, nach oben zahlreichen werden und eine reiche Fauna enthalten; diese hat eigentümlich genug sehr grosse Übereinstimmung mit derjenigen in 8 c auf Malmö. Fast alle Formen sind gemeinsam. Über dieser Zone 8 b liegt eine nur 2.5—3 m. mächtige Folge von ganz dicht liegenden Kalkschichten aus hartem, grauem Kalk und sehr sparsamem Schiefer, die ich als die Zone 8 c auffasse. Gewöhnlich enthält sie eine ähnliche, obwohl ärmere Brachiopodenreiche Fauna wie in den unterliegenden Schichten. Beide diese Zonen haben somit hier eine unverkennbare faunistische Übereinstimmung mit der Zone 8 c im Malmögebiete. Ich muss aber hervorheben, dass die für 8 c so charakteristische *Rhynchonella cuneata*, Dalm. auch bei Holmestrand nur in der oberen Zone auftritt; ich glaube deshalb, dass die hier durchgeführte Parallelisierung die richtige ist. Hiermit stimmt auch überein, dass die Zone 8 c bei Holmestrand stellenweise als kleine Korallenriffe entwickelt ist, gerade wie es in der westlichen Entwicklung so oft der Fall ist (Pag. 214).

Abgeschlossen wird das Wenlock von einer 7—9 m. mächtigen Zone, die aus dicken, ziemlich ebenen Schichten von dunklem, blauschwarzem Kalk aufgebaut ist; im oberen Teil liegen 2 0.5 m. dicke Kalkbänke, die voll von kleinen Stromatoporen und kleinen Korallen wie *Favosites* und *Cyathophyllum* sind. Diese Schichten repräsentieren sicher den „Malmökalk", mit welchem sie bedeutende Übereinstimmung zeigen; der Kalk ist aber durchgehends dunkler, mehr wie der dunkle Kalk auf Ringerike, und die Fauna ist eine Mischung von denen in diesen beiden Gebieten, besitzt aber auch einzelne eigentümliche Elemente, auf welche ich in der Spezialbeschreibung aufmerksam gemacht habe (Pag. 217).

Das ganze Wenlock scheint somit nur eine Mächtigkeit von ca. 60 m. zu besitzen.

Ganz anders sind die stratigraphischen Verhältnisse des Wenlock in Bærum, wo die Faciesentwicklung des Wenlock durchgehends von dem östlichen Typus ist. Am stärksten ausgeprägt ist dies im untersten Teil (8 a—b), wo dieselben Graptolithenzonen wie auf Malmö auftreten, weniger dagegen im oberen Teil, indem hier gewisse faunistische Eigentümlichkeiten vorhanden sind.

Als 8 c betrachte ich eine ca. 30 m. (?) mächtige Abteilung mit Schiefer und Kalkplatten, die über den *Monograptus*schiefer folgt, und wieder von einer dem „Malmökalk" ähnlichen Kalkzone überlagert wird. Die Kalkplatten liegen in 8 c nicht so dicht wie auf Malmö, und die Fossilien sind schlechter erhalten. Die kleine *Chonetes*form findet man auch hier stellenweise massenhaft; aber auch *Atrypina Angelini*, Ldm., die auf Ringerike erst in 9 a sich zeigt und auf Malmö überhaupt nicht gefunden ist, tritt reichlich auf zusammen mit Formen von *Pterinea* und *Playschisma*, die sonst in dieser Zone nirgends sich zeigen. Eigentümlich genug ist *Rhynchonella cuneata*, Dalm., die überall eine der konstantesten Leitfossilien dieser Zone in litoraler Entwicklung darstellt, nicht gefunden. Die faunistische Entwicklung underscheidet sich somit nicht unerheblich von der typischen sowohl auf Ringerike als auf Bærum.

Grössere Übereinstimmung mit der Entwicklung sowohl auf Malmö als bei Holmestrand zeigt die folgende Zone 8 d, wahrscheinlieh 8—10 m. mächtig; auch hier wird sie aus einem dunkel graublauem Kalk in dicken Schichten gebildet. Am meisten Ähnlichkeit hat die Fauna (Pag. 362) mit derjenigen auf den Inseln bei Holmestrand. Die wichtige Form *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) ist jedoch in Bærum zahlreicher, wie es auch auf Ringerike der Fall ist. Auch mit der Entwicklung auf Malmö hat sie viel gemeinsames. Eigentümlich ist das Vorkommen von *Spirifer plicatellus*. L., der sonst nur bis 8 c sich findet. Formen, die die westliche und östliche Entwicklung charakterisieren, mischen sich somit in dieser Facies miteinander.

Die gesamte Mächtigkeit des Wenlock ist in Bærum sehr gross, ca. 130 m.; sie steht in dieser Beziehung in der Mitte zwischen den Mächtigkeiten auf Malmö und Ringerike.

4. Die nördliche Entwicklung.

Ganz anders entwickeln sich die stratigraphischen Verhältnisse im N. beim Mjøsen. Die Schichtenfolge ist hier bis jetzt nur sehr flüchtig studiert worden; es scheint aber sicher, dass der untere Teil des Wen-

lock petrographisch in einer ähnlichen Facies wie auf Hadeland entwickelt ist. Dickere und dünnere Bänke von feinem Kalksandstein wechseln mit Schieferhorizonten; die Farbe dieser Sedimente ist auf Helgo grau, in Brumunddalen rötlich. Auf dieser letzten Stelle ist eine sparsame Graptolithenfauna gefunden, bestehend aus *Monograptus priodon*, Bronn., *Monograptus crenulatus*, Tqu. und *Retiolites Geinitzianus*, Barr. Diese Schichten sind sicher jünger als die reichen Graptolithenschiefer beim Mjøsen, die dem oberen Teil des Oberen Llandovery angehören, und können nach der Fauna zu urteilen mit grosser Wahrscheinlichkeit mit der untersten Graptolithenzone auf Malmö und in Bærum parallelisiert werden (8 a α). Wie hoch ins Wenlock diese Schichtenfolge beim Mjøsen hinaufgeht, kann noch nicht mit Sicherheit bestimmt werden; sie geht aber nach Bjørlykke nach oben in den mächtigen roten und gelben Brumunddal-Sandstein über, und es ist wahrscheinlich, dass die Bildung dieses Sandsteins schon im mittleren oder oberen Teil des Wenlock angefangen hat. Hier im nördlichen Teil des Kristianiagebiets beginnen somit schon im Wenlock dieselben grobklastischen Sedimente sich abzulagern, die weiter im S. erst bei dem Übergang vom Silur zum Devon sich zeigen.

b. Faciesveränderungen.

Die negative Verschiebung im Llandovery, der wahrscheinlich in einer Senkung des Gebietes besteht, setzt sich im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets im Wenlock fort und erlangt in dessen unterem Teil sein Maximum. Anstatt der schieferreichen Facies mit mehr oder weniger feinknolligen Kalkschichten oberst im Llandovery kommen jetzt reine Schieferfacies zur Ablagerung, die entweder eine gemischte Fauna reich an Brachiopoden oder eine reine Graptolithenfauna enthalten. Im mittleren Teil beginnt eine positive Bewegung — eine Hebung —, so dass man im oberen Teil überall wieder Kalkfacies hat, die meistens korallenreich sind und oft als reine Korallenriffbildungen entwickelt sind. Noch hat man einen ähnlichen Unterschied wie vorher zwischen den westlichen und östlichen Entwicklungen. In den Gebieten auf Malmö und in Bærum — also am weitesten gegen O. — sind in 8 a wirkliche Graptolithenfacies entwickelt. In den übrigen weiter gegen W. liegenden Gebieten ist der Graptolithenschiefer, der nach meiner Auffassung auf tieferem Wasser als die übrigen Sedimente unseres Obersilurs abgelagert ist, verschwunden, und an seiner Stelle treten Schieferfacies mit Brachiopoden und Trilobiten auf; diese sind wohl

sicher auf seichterem Wasser zur Ablagerung gekommen als jene, was auch die auf Ringerike reichlich auftretenden Bänke von feinem Kalksandstein andeuten. Auch in 8 b findet man ein ähnliches Verhältnis zwischen O. und W. Im oberen Teil der Etage ist es dagegen weniger ausgeprägt, indem jetzt überall Faciesentwicklungen auftreten, die wahrscheinlich dem seichteren Teile der Flachsee angehören. Ein Unterschied lässt sich aber auch hier nachweisen. In den westlichen Gebieten (Ringerike, Skiensdal und teilweise Holmestrand) ist ein horizontaler Facieswechsel stark entwickelt. Hier treten in 8 c teils reine Korallenriffbildungen, teils grobe, krystallinische Crinoidenkalke, teils regelmässige Kalkschichten und Mergelschiefer mit reichen Faunen auf. Besonders eigentümlich ist die *Cyathophyllum*facies auf Ringerike, in welcher ein riesenhaftes *Cyathophyllum* in erstaunlichen Mengen vorkommt. In den östlichen Gebieten (Malmö, Bærum) finden sich dagegen nur mehr einförmige Kalkschichten und Schiefer, die jedoch ähnliche Faunen wie die entsprechende Facies im W. enthalten. Die oberste Zone 8 d ist noch einförmiger, indem sie überall als dunkle knollige oder schiefrige Kalke entwickelt ist; auch hier sind jedoch die Entwicklungen im O. einförmiger und viel ärmer an Korallen als diejenigen im W. Alles deutet somit auch hier an, dass die Sedimente der Facies im O. auf tieferem Wasser als diejenigen im W. abgelagert sind.

Es ist interessant zu bemerken, wie im oberen Teil des Wenlock die faunistischen Eigentümlichkeiten der Zonen schwankend sind. In Bærum z. B. tritt die kleine, hübsche Form *Atrypina Angelini*, Ldm. oft massenhaft in den Kalkschichten der Zone 8 c auf. Sie zeigt sich nicht in diesem Gebiet entweder höher oder tiefer und gibt deshalb hier gerade der Fauna in der Zone 8 c ein eigentümliches Gepräge. Untersucht man nun das Auftreten dieser Form in anderen Gebieten, findet man, dass sie nur in Bærum und in dem Gebiet bei Holmestrand in dieser Zone auftritt, während sie bei Skien und Porsgrund in der Zone 8 d sich zeigt und und auf Ringerike sogar erst in der untersten Ludlowzone, hier aber in unglaublichen Mengen sich findet. So auch mit mehreren anderen Formen, die in den verschiedenen Gebieten anscheinend für eine bestimmte Zone leitend sind, in anderen Gebieten dagegen in anderen Zonen auftreten, z. B. der kleinen *Chonetes*form, die teils in 8 b, teils in 8 c auftritt. Der petrographische Habitus der Sedimente in den verschiedenen Facies, die solche kleinere faunistische Unterschiede aufweisen, gibt meistens keine sicheren Anhaltspunkte für die Ursachen hierzu. Es ist wohl aber sicher, dass sie in kleinen Unterschiedenen und Veränderungen der biologischen Verhältnisse gesucht werden müssen; hierdurch haben

die Ausbreitungsgebiete der verschiedenen Formen sich stetig mehr oder weniger geändert, und die faunistischen Elemente, die in einem Gebiet für eine Zone charakteristisch sind, können dadurch in einem anderen Gebiet ebenso charakteristisch für eine andere Zone werden. Es wird hierdurch schwierig mit Genauigkeit zu konstatieren, welche Veränderungen der Fauna auf Unterschieden und Veränderungen der Facies und welche auf einer wirklichen faunistischen Entwicklung beruhen. Dass dies gerade hier im oberen Wenlock besonders hervortritt, hängt wohl damit zusammen, dass alle auftretenden Facies dem seichteren Teile der Flachsee angehören, wo die Variation der Lebensbedingungen am mannigfaltigsten entwickelt ist.

Ich habe bis jetzt die Verhältnisse im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets berücksichtigt. Im nördlichen Teil ist ja das Wenlock ganz verschiedenartig entwickelt. Die grösste Einsenkung hat hier schon im obersten Teil des Llandovery stattgefunden, wie die reichen Graptolithenschiefer in 7 c angeben. In 8 a lagern sich dann mächtige Bänke von feinem Kalksandstein mit Schieferhorizonten ab; sie zeigen petrographische Ähnlichkeit mit den Sedimenten in 8 a auf Hadeland und teilweise auch auf Ringerike, enthalten aber Spuren einer Graptolithenfauna, die mit derjenigen der Zone 8 a α auf Malmö Übereinstimmung zeigt. Darauf beginnen — wahrscheinlich in der Mitte des Wenlock — mächtige rote und gelbe Sandsteine sich zu bilden, also ähnliche Facies wie am Anfang des Devons weiter im S.

Schon von Anfang des Wenlock scheint somit hier im N. eine viel raschere und stärkere Hebung als weiter im S. vor sich zu gehen.

c. Faunaentwicklung.

Was den allgemeinen Charakter der Wenlockfauna betrifft, weise ich auf den vorigen Abschnitt hin. Wie ich da geschildert habe, ist der Unterschied von der Llandoveryfauna bedeutend, indem sowohl eine Reihe alter Formen aussterben als viele sich zum ersten Mal zeigen. Gerade hier findet die wichtigste Umformung der Fauna in der obersilurischen Zeit statt. Hier will ich nur die Entwicklung einiger Formenkreise nennen, die eine besonders hervorragende Rolle als Leitfossilien spielen.

Die glatten Pentameren, die eine so hervorragende Rolle in der Llandoveryfauna gespielt haben, verschwinden in unserem Obersilur wie in den meisten anderen Gebieten mit dem Llandovery. Eine Ausnahme macht ja nach der Darstellung von LINDSTRÖM in dieser Beziehung Gotland, indem die letzte Mutation dieser Reihe auf dieser Insel sehr

Die Parallelisierung der Zonen des

Östliche Entwicklung		Gemischte östliche und westliche Entwicklung	
	Malmö	Bærum	Holmestrand
Der *Monograptusschiefer* ca. 80 m.	8 a α. Die Zone mit *Monograptus basilicus*, Lpw. ca. 6 m.	8 a α. Die Zone mit *Monograptus basilicus*, Lpw.	8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrectø*, Wahl. ca. 35 m.
	8 α β. Die Zone mit *Cyrtograptus Murchisoni*, Carr. ca. 4 m.	8 α β. Nicht nachgewiesen, aber wahrscheinlich vorhanden.	
	8 β. Die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. ca. 70 m.	8 b. Die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. Die Zonen 8 a—b sind ca. 90 m.	8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. ca. 15 m.
8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. 6—8 m.		8 c. Die Zone mit *Chonetes* sp. ca. 30 m	8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. 2.5—3 m.
8 d. Die Zone mit dem Malmökalk 10—15 m,		8 d. Die Zone mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) oder dem Malmökalk 8—10 m.	8 d. Die Zone mit *Leperditia baltica*, His. oder dem Malmökalk 7—9 m.
ca. 100 m.		ca. 130 m.	ca. 60 m.

Wenlock in den verschiedenen Gebieten.

Westliche Entwicklung			Nördliche Entwicklung
Skien und Porsgrund	Ringerike	Hadeland	Mjøsen
8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl.	8 a. Die Zone mit *Cyrtia exporrecta*, Wahl. ca. 70 m.	8 a. Eine ähnliche Schichtenfolge wie auf Ringerige, aber anscheinend sehr forsilienarm.	8 a. Dicke Bänke von feinen Kalksandstein und Schieferhorizonte, gewöhnlich von rötlicher Farbe und mit Spuren von der Graptolithenfauna in 8 a α.
8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. Die Zonen 8 a–b sind ca. 60 m.	8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. und *Leperditia Hisingeri*, Schm. (*Forma typica*) ca. 45 m.	8 b. Die Zone mit *Chonetes* sp. und *Leperditia Hisingeri*. Schm. (*Forma typica*). Die Zonen 8 a–b 120–130 m. (?)	8 b–c. Mächtige Schichtenfolge von roten und gelben Sandstein, der Brumunddalsandstein, dessen Bildung wahrscheinlich in der Mitte des Wenlock anfängt.
8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. oder der Wenlockkalk 5–30 m.	8 c. Die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, Dalm. oder der Wenlockkalk. 4–25 m.	Warscheinlich nicht erhalten.	
8 d. Die Zone mit dem Malmökalk 3–15 m.	8 d. Die Zone des dunklen schiefrigen Kalkes mit *Leperditia baltica*, His. (*Forma typica*) 2–12 m.		
80–90 m.	130–140 m.	?	?

verbreitete Muschelbänke hoch oben im Wenlock bildet. Etwas ähnliches ist im Kristianiagebiete mit *Stricklandinia lirata,* Sow. der Fall. Das Hauptauftreten dieser Form fällt auch bei uns in das Oberste Llandovery (7 c); sie kommt aber in der westlichen Entwicklung als Seltenheit auch oberst in der Zone 8 b, gleich unterhalb des Wenlockkalks, vor. Dies zeigt uns, wie vorsichtig eine Parallelisierung der Zonen nach dem Auftreten einzelner leitender Formen gemacht werden muss.

Von anderen wichtigen Entwicklungsreihen, die ich näher studiert habe, hebe ich besonders die Gattung *Bumastus* hervor. Die für Llandovery so charakteristische *Bumastus Maccalumi*-Gruppe wird im Wenlock von der *B. Barriensis*-Gruppe abgelöst, von welcher ich im oberen Wenlock zwei schöne, neue Formen nachgewiesen habe. Die wichtige alte Gattung *Illaenus* scheint mit dem Llandovery ihr Differenzierungsvermögen eingebüsst zu haben; die letzte Form im Llandovery — *Illaenus Brøggeri,* Kiær (nov. sp.) — stirbt jedoch mit dem Llandovery nicht aus, indem sie als grösste Seltenheit oberst im Wenlock gefunden ist (Pag. 81).

Die interessante Entwicklungsreihe der kleinen *Phacopiden* setzt sich ins Wenlock fort nnd entwickelt im unteren Teil eine Form, die sicherlich den englischen *Phacops Stokesi,* Salt. entspricht; sie ist mit *Phacops elliptifrons,* Esm. nahe verwandt und bildet ein hervortretendes Faunaelement in der *Cyrtia exporrecta*-Fauna. Oberst im Wenlock wird sie von einer neuen Form abgelöst, *Phacops* nov. sp., die für diesen Teil unseres Obersilurs eigentümlich ist. Eine genaue Untersuchung dieser Entwicklung würde sich sicherlich lohnen.

Ich nenne auch zum Schluss die typische *Leperditia Hisingeri,* F. Schm., die in der westlichen Entwicklung in der Zone 8 b in Menge vorkommt, und mit der *Leperditia Hisingeri-abbreviata* in 7 a nahe zusammenhängt. Oberst im Wenlock zeigt sich die *Leperditia baltica,* His. Ob sie eine weitere Entwicklung der vorigen darstellt, darf ich noch nicht sicher entscheiden.

IV. Ludlow (Etage 9),

a. Die stratigraphische Entwicklung.

Das Ludlow besteht im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets aus einer kalkreichen Schichtenfolge von 106—255 m. Mächtigkeit. Im SO. — Skien und Porsgrund, Holmestrand, Sande, Drämmen — ist die Etage am wenigsten mächtig (140 bis viellieicht 106 m.);

kompakte Kalkfacies sind hier am kräftigsten entwickelt, und Schieferhorizonte treten stark zurück. Im O. auf Malmö sind Ludlow-Schichten nicht erhalten; wahrscheinlich hatten sie jedoch hier eine ähnliche Faciesentwicklung wie weiter im S. bei Holmestrand. Da nun das Gebiet bei Skien und Porsgrund ebenfalls eine östliche Faciesentwicklung zeigt, hat somit diese im Ludlow eine grössere Ausbreitung als vorher. Nach NW. — über Bærum nach Ringerike — nimmt die Mächtigkeit allmählich zu (200—255 m.); die kompakten Kalkhorizonte werden hier allmählich kleiner, und mächtige Schieferhorizonte schalten sich mehr und mehr ein. Im N. beim Mjøsen begegnet uns eine ganz andere Faciesentwicklung, indem hier die Ablagerung von grobklastischen Sandsteinen, die im Wenlock angefangen hatte, sich einförmig fortsetzt.

1. Die westliche Entwicklung.

Eine Faciesentwicklung, die man als eine rein westliche auffassen kann, findet sich im Ludlow nur in dem Gebiet auf Ringerike, wo die ganze Schichtenfolge ausgezeichnet aufgeschlossen und vollkommen bekannt ist. Ich habe hier die folgenden Zonen unterschieden:

9 a. Die Zone mit *Atrypina Angelini*, LDM. oder die untere Zone mit *Chonetes striatella*, DALM., ca. 20 m.

9 b. Die Zone mit den reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, HIS. und *Spirifer crispus*, HIS. oder die untere Zone mit *Leperditia phaseolus*, HIS., ca. 20 m.

9 c. Die Zone mit sparsamer auftretenden *Leperditia phaseolus*, HIS. oder die obere Zone mit *Leperditia phaseolus*, HIS., ca. 70 m.

9 d. Die Zone mit *Spirifer elevatus*, DALM., *Leperditia baltica*, HIS. und Monticuliporenbänke, aber ohne *Chonetes striatella*, DALM., ca. 55 m.

9 e. Die Zone mit dem *Chonetes*kalk oder die obere Zone mit *Chonetes striatella*, DALM., 36—38 m.

9 f. Die Zone mit dem *Favosites*kalk, ca. 22 m.

9 g. Die Zone mit *Leperditia norvegica*, KIÆR (nov. sp.), ca. 30 m.

Die Mächtigkeit des Ludlow ist somit hier ca. 255 m., grösser als in einigen der anderen Gebiete, wo die Schichtenfolge mit einiger Genauigkeit gemessen werden konnte.

Über die Zone 8 d mit ihrem leicht erkennbaren schwarzgrauen, schiefrigen Kalk kommen mehr oder weniger knollige Kalkschichten und graugrüner Mergelschiefer mit reicher Brachiopodenfauna. Hin und

wieder tritt blauer, schiefriger, fossilienarmer Kalk auf und Fragmentkalk in dicken Schichten (Pag. 93). - Zwischen dieser ca. 20 m. mächtigen Schichtenfolge, die die unterste Ludlowzone 9 a bildet, und der typischen Zone 8 d finden sich an einzelnen Stellen dicke Bänke aus meistens grauem, etwas krystallinischem, sehr fossilienarmem Kalk; sie sind 2.7 bis 9 m. mächtig, sehr lokal in ihrer Entwicklung und lassen sich wohl am besten mit dem stark variierenden oberen Teil des Wenlock vereinen (Pag. 83 und 88).

Die Fauna in 9 a ist sehr reich. Hier ist auf Ringerike der ausgeprägte Horizont von *Atrypina Angelini*, Ldm., die mit *Strophomena rhomboidalis*, W. zusammen oft massenhaft in den Kalkschichten sich findet; in anderen Gebieten tritt sie in den Zonen 8 c oder d auf und hat somit als Leitfossil nur lokale Bedeutung. - Von besonderem Interesse ist in dieser Zone das Erscheinen der typischen, grossen Form von *Chonetes striatella*, Dalm., die später in 9 e noch zahlreicher ist, und *Rhynchonella nucula*, Sow., diese gemeinste Ludlow-Brachiopode, die in allen Ludlowhorizonten sich mehr oder weniger zahlreich findet, je nachdem die biologischen Verhältnisse für sie mehr oder weniger günstig waren. Formationsbildend ist auch stellenweise die schöne *Pterinea retroflexa*, Wahl., und der kleine *Tentaculites ornatus*, Sow. bedeckt oft im oberen Teil die Schichtflächen der Kalkplatten mit seinen feinen, nadelförmigen Skeletten. *Leperditia baltica*, His., die in der vorigen Zone so allgemein war, ist auch hier nicht selten; noch viel zahlreicher ist *Beyrichia*, die stellenweise oberst ganze Beyrichienkalke bildet. Korallen sind selten. Für nähere Auskünfte muss ich auf das Faunaverzeichnis auf Pag. 93 hinweisen; der Unterschied von der obersten Wenlockfauna ist nicht sehr gross; das Erscheinen von so ausgeprägten Ludlowformen wie *Chonetes striatella*, Dalm. und *Rhynchonella nucula*, Sow. macht es aber natürlich, das Ludlow hier anzufangen.

Über diese charakteristischen Schichten kommt die ebenfalls leicht kenntliche Zone 9 b mit den reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. und *Spirifer crispus*, His., ca. 20 m. mächtig. Sie besteht aus einem Wechsel von dünn- und plan-schiefrigem Kalk, dicken Kalkschichten in meterdicken Bänken und knolligen Kalkschichten. Wharscheinlich kommen 3 meterdicke Bänke aus dicken Kalkschichten vor, die mehr oder weniger mit den kleinen Schalen der *Leperditia phaseolus*, His. angefüllt sind; in unglaublichen Mengen liegen sie oft als kleine schwarze Bohnen in dem graublauen Kalk dieser Schichten eingebettet. Andere Schichten bestehen aus einem Fragmentkalk derselben Form. Eigentümlich genug tritt auch *Leper-*

ditia baltica, HIS. mehr vereinzelt in einzelnen Schichten auf. Ausser diesen Leperditien kommen *Beyrichia* und *Primitia* in einzelnen Kalkschichten in Mengen vor, oft mit zahlreichen Schalen von *Rhynchonella nucula*, SOW. zusammen. Gerade diese reiche Ostracodenfauna ist nicht nur auf Ringerike, sondern auch in anderen Gebieten sehr charakteristisch für diese Zone. Sehr eigentümlich sind auch reiche Tierformationen von dem kleinen *Spirifer crispus*, HIS.

Ausser diesen oft massenhaft (formationsbildend) auftretenden Formen findet man sehr wenige andere Fossilien (Pag. 107). Die Fauna ist somit in dieser Facies sehr viel einförmiger als in der vorigen Zone.

Die dünnschiefrigen Kalkschichten, die sich oft in fast papierdünnen Fliesen aufspalten lassen und meistens fossilienarm sind, bilden eine neue, eigentümliche Facies; sie kommen aber in ganz derselben Entwicklung und in grosser Mächtigkeit auch in den folgenden Zonen vor.

Diese bilden eine über 200 m. mächtige, ziemlich einförmige Schichtenfolge, die eine einförmige und meistens arme Fauna enthält. Sie besteht aus einem Wechsel von ähnlichen dünnschiefrigen Kalkschichten, die mehrmals in mächtige, oft rötliche Schieferhorizonte übergehen, von dicken, ebenen Kalkschichten, die Horizonte von variierender, aber nie bedeutender Mächtigkeit bilden, und endlich von dichtknolligen Kalkschichten in dünneren Bänken oder mächtigeren Horizonten. Dieser stätige Wechsel und die einförmige Fauna macht es hier schwieriger als sonst in unserem Obersilur gut begrenzte Zonen zu unterscheiden. Am leichtesten wiederzuerkennen sind zwei Horizonte aus dichtknolligem Kalk im oberen Teil, die eine Mächtigkeit von 9—10 und 6—7 m. erlangen und durch leicht kenntliche Fossilien charakterisiert werden — nämlich der *Chonetes*-Kalk und der *Favosites*-Kalk.

Über die leicht kenntliche Zone 9 b mit ihren reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, HIS. folgt zuerst eine ca. 70 m. mächtige, sehr fossilienarme Schichtenfolge, die aus wechselnden Abteilungen von Schiefer, mehr oder weniger dünnschiefrigen Kalkschichten und dicken, ebenen Kalkschichten besteht (Pag. 108). In dieser Zone 9 c findet man meistens nur *Leperditia phaseolus*, HIS. und *Beyrichia* ziemlich sparsam auftretend. Auch diese Ostracodenfauna verschwindet oft vollständig, und die Schichtenfolge macht dann einen ganz fossilienleeren Eindruck. Nur oberst habe ich in einer dünnen knolligen Kalkbank eine reichere Fauna gefunden. Hier lagen auf der Schichtenfläche Mengen von *Actinoceras*-Schalen zusammen mit *Oriostoma* sp. und kleinen stromatoporoiden Knollen. Ähnliche Schichten treten auch in der folgenden Zone auf. Das Vorkommen diese eigentümlichen Stromatopornen

Formationen ist interessant, weil ähnliche in noch grösserer Entwicklung diesen Teil des Ludlow auch in anderen Gebieten auszeichnen.

In der folgenden Zone 9 d, die ca. 55 m. mächtig ist, wechseln 3 kalkreiche, meistens aus knolligen Kalkschichten bestehende Abteilungen mit 3 schieferreichen ab. Die knolligen Kalkschichten enthalten stellenweise eine ganz individuenreiche Fauna (Pag. 110). Sie zeichnet sich aus durch das erste Auftreten des *Spirifer elevatus*, Dalm., das wechselweise Auftreten von *Leperditia phaseolus*, His. in den Schieferabteilungen und *Leperditia baltica*, His. in den Kalkabteilungen und das reichliche Vorkommen einer neuen Tierformation, die auch höher hinauf auftritt, nämlich dicke, gewöhnlich knollige Kalkbänke, angefüllt mit den feinen Stämmen zweigiger Monticuliporen, die zu der Gattung *Amplexopora* zu gehören scheinen. Besonders häufig treten diese Monticuliporenformationen hier in 9 d auf; die Zone wird auch damit eingeleitet und abgeschlossen.

Jetzt folgt die leicht kenntliche Zone mit dem *Chonetes*-Kalk, 9 e, 36—38 m. mächtig (Pag. 111). Sie besteht unten aus einer ca. 28 m. mächtigen, sehr fossilienarmen Abteilung, wesentlich aus graugrünem und rotem Schiefer und dünnschiefrigem Kalk gebildet. Über diesem Schieferhorizont, der der mächtigste im Ludlow ist, liegt der *Chonetes*-Kalk, hauptsächlich dichtknollige Kalkschichten in einer Mächtigkeit von 9—10 m. Sie enthalten besonders oben eine individuenreiche, aber einförmige Fauna, die fast ausschliesslich aus *Chonetes striatella*, Dalm., *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer*, Dalm. und *Leperditia baltica*, His. zusammengesetzt ist. Selten finden sich andere Fossilien. Sehr leitend für diese Schichten ist *Chonetes striatella*, Dalm., der nur hier und in 9 a gefunden ist.

Wieder kommen fossilienarme, schiefrige Schichten, 14—15 m. mächtig, die ich zu der Zone 9 f rechne, deren oberen Teil von dem *Favosites*-Kalk gebildet wird. Er ist 6—8 m. mächtig und besteht aus knolligen Kalkschichten, die eine mehr abwechselnde Fauna als diejenige des *Chonetes*-Kalks enthalten (Pag. 113). Ausser gewöhnlichen Ludlowformen wie *Rhynchonella nucula*, Sow. und *Spirifer elevatus*, Dalm. finden sich hier ganz allgemein *Rhynchonella Wilsoni*, Sow., *Leperditia baltica*, His. und verschiedene kleine Gastropoden und Trilobiten. Oben liegt dann eine ca. 1 m. dicke, knollige Kalkbank, angefüllt mit feinröhrigen *Favosites*, zweigigen Monticuliporen und kleinen stromatoporoiden Knollen. Diese *Favosites*-Bank bildet eine sehr charakteristische Tierformation, die ich auch in anderen Gebieten wiedergefunden habe. Sie ist sehr leicht wiederzuerkennen.

Die jüngste Zone des Ludlow, 9 g, besteht aus einer ca. 35 m. mächtigen Schichtenreihe von Schiefer, dünnschiefrigen Kalkschichten und knolligen Kalkschichten, die im mittleren Teil besonders reichlich sind. Der obere Teil besteht aus dünnen Kalkschichten und gewöhnlich reichlichem, graugrünem Schiefer, der nach oben immer glimmerreicher wird; dann wird der Schiefer rot gefärbt, und es finden sich dicke Schichten von grauem bis schwach graurötlichem, kalkhaltigem Sandstein ein. Diese rotgefärbten Schichten setzen sich in grosser Mächtigkeit fort und bilden den untersten Teil der mächtigen Schichtenfolge mit roten und grauen Sandsteinen und Schiefern, die konkordant über unserem Silur abgelagert sind und meiner Auffassung nach sicherlich mit dem Old Red zu parallelisieren sind. Die Fauna in 9 g ist nicht reich (Pag. 115) und hängt nahe mit der vorhergehenden zusammen. Auch hier kommen *Rhynchonella nucula*, Sow. und *Spirifer elevatus*, Dalm. allgemein vor; Beyrichien treten oft zahlreich auf; aber die vorher so allgemeine *Leperditia baltica*, His. ist verschwunden, und an ihrer Stelle kommt eine neue hübsche Form vor, die ich als *Leperditia norvegica*, Kiær bezeichnet habe. Nach oben wird die Fauna mehr und mehr verarmt; zweigige Monticuliporen kommen auch hier vor; sie setzen sich noch 1—1.5 m. in dem roten Schiefer und kalkhaltige Sandsteine als dünne Formationen fort. Dann verschwinden auch diese Fossilien, und alles wird fossilienleer. Ich rechne die Grenze zwischen Ludlow und Devon da, wo diese letzten Spuren der Ludlowfauna aufhören. Dass noch höhere Schichten hier dem Silur angehören sollten, scheint mir sehr unwahrscheinlich; auch ein Vergleich mit der Schichtenfolge im südlichen England spricht dafür, dass die Grenze gleich oberhalb 9 g gesetzt werden muss. Ich komme im nächsten Abschnitt auf diese Frage zurück.

Die hier geschilderte westliche Faciesentwicklung des Ludlow ist bis jetzt nur aus Ringerike bekannt; möglicherweise findet sie sich jedoch im Lierdal, das ja nicht weit entfernt ist. Das Gebiet bei Skien und Porsgrund zeigt in diesem oberen Teil des Obersilurs die östliche Entwicklung; dasselbe ist auch in den übrigen Gebieten der Fall, wo Ludlowschichten erhalten sind. Um so interessanter ist aber die Ludlow-Entwicklung auf Ringerike, wo auch die Schichtenfolge in ihrer ganzen Mächtigkeit besser aufgeschlossen und weniger umgewandelt ist, und deshalb auch bis jetzt gleichmässiger untersucht ist als in den übrigen Gebieten.

2. Die östliche Entwicklung.

In dem Gebiet auf Malmö ist leider das Ludlow nicht erhalten; dagegen findet man auf den Inseln bei Holmestrand das Ludlow reich entwickelt in einer Faciesentwicklung, die in allen Zonen mehr oder weniger von derjenigen auf Ringerike abweicht. Dieselbe findet sich auch in Sande, in den Umgebungen von Drammen und in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund und scheint somit im ganzen südlichen Teil des Kristianiagebiete geherrscht zu haben. Dass sie auch O.-lich von Ringerike, z. B. auf Malmö, vorhanden gewesen ist, scheinen die Verhältnisse in Bærum zu zeigen, indem man hier eine Mischung der beiden Entwicklungstypen antrifft. Die Benennung „östliche Entwicklung“ kann wohl deshalb auch hier benutzt werden.

Typisch für diese ist das Ludlow auf den Inseln bei Holmestrand, wo es besonders in seinem unteren und mittleren Teil ausgezeichnet aufgeschlossen und genau untersucht ist. Ich unterscheide hier die folgenden Zonen:

9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk, 11 m.
9 b. Die Zone mit den reichen *Leperditia phaseolus*-Schichten, ca. 10 m.
9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalks mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (*Forma typica*), 25 m.
 9 c α. Die unteren *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont I, 8 m.
 9 c β. Das obere Niveau mit *Leperditia phaseolus*, His., 3 m.
 9 c γ. Die oberen *Rhynchonella nucula*-Schichten mit Korallenhorizont II—III, 14 m.
9 d. Die Zone des grobknolligen Kalks mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. (var. *bijugosa*, m'Coy), 30—40 m.

Die folgenden Zonen sind nur in stark umgewandelter Form auf dem Festlande bei Sando zu sehen und konnten deshalb nicht eingehend studiert werden; wahrscheinlich können hier die folgenden unterschieden werden:

9 e. Die obere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. } ca. 6 m.
9 f. Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk }
9 g. Die Zone mit dem jüngsten Ludlowschiefer, ca. 24 m. (?)

Wenn die Auffassung dieser oberen Zonen richtig ist, beträgt die Mächtigkeit des Ludlows somit hier nur 106—116 m.

Die älteste Zone des Ludlows 9 a ist nur in stark umgewandelter Form zu sehen und konnte deshalb nicht faunistisch studiert werden (Pag. 219). Sie besteht hier aus ungewöhnlich dünnen, nur 1—2 cm. dicken, schwach knolligen oder mehr ebenen Kalkschichten, getrennt durch etwas spärlicher auftretenden Schiefer und ist nicht mehr als 11—12 m. mächtig. Von Fossilien sah ich nur Spuren von *Rhynchonella nucula*, Sow.; wahrscheinlich war jedoch die Fauna ungefähr wie in derselben Zone in Bærum, die eine ähnliche petrographische Entwicklung zeigt und in weniger umgewandelter Form und deshalb mit besser erhaltenen Fossilien studiert werden kann. Die Fauna unterscheidet sich hauptsächlich von derjenigen auf Ringerike durch das vollkommene Fehlen von *Atrypina Angelini*, Ldm., und die petrographische Entwicklung durch die dünneren und mehr regelmässigen Kalkschichten.

Die nächste Zone 9 b ist wie die folgenden in guter Erhaltung aufgeschlossen (Pag. 221). Die Faciesentwicklung ist sehr charakteristisch; sie besteht aus demselben dünnschiefrigen Kalk wie auf Ringerike in 9 b—c, aus dicken gleichmässigen Kalkschichten und dichtknolligem Kalk mit Schieferfetzen. Der Kalk hat eine ganz weissgraue Verwitterungshaut. Besonders eigentümlich ist das massenhafte Auftreten der kleinen stromatoporoiden Knollen; viele Schichten sind ganz voll von diesen eigentümlichen Fossilien und bekommen dadurch ein konglomeratähnliches Aussehen. In keinen anderen Gebieten sind diese Formationen so reich ausgebildet wie hier. Sonst ist die Fauna nicht reich; allgemein ist *Leperditia phaseolus*, His., die in ausgezeichnet erhaltenen Exemplaren, aber nicht in reichen Formationen wie auf Ringerike auftritt. Ich nenne auch *Atrypa* sp. und *Oriostoma discors*, var. *rugosus*, Sow., beide ganz allgemein. Wie man sieht, hat diese Facies bedeutende Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike; sie ist aber einförmiger in faunistischer Beziehung und zeichnet sich auch durch ihre geringe Mächtigkeit aus.

Jetzt folgt die Zone 9 c in ausserordentlich reicher Entwicklung, ganz verschieden von der fossilienarmen Facies in der westlichen Entwicklung auf Ringerike. Auch in dieser Zone ist die Mächtigkeit viel geringer als auf Ringerike, nämlich nur 25 m. Die Schichtenfolge besteht durchgehends aus dünneren, knolligen Kalkschichten und sparsamem Schiefer mit einer reichen und mannigfaltigen Fauna, in welcher Brachiopoden und Korallen die grösste Rolle spielen. Ungefähr in der Mitte tritt eine fossilienarme *Leperditia phaseolus*-Facies wieder auf, aber nur in einer Mächtigkeit von ca. 3 m. Hierdurch wird die Zone 9 c in 3 Unterzonen geteilt, die sehr leicht unterschieden werden kön-

nen. Faunistisch ist jedoch kein wesentlicher Unterschied vorhanden zwischen dem dünnknolligen Kalk unterhalb und oberhalb des dünnen Horizonts 9 c β mit *Leperditia phaseolus*, His. Die Fauna in 9 c α und γ ist ausserordentlich reich, und eine ganze Reihe von faunistischen Horizonten können unterschieden werden. Diese zeichnen sich jedoch nicht durch eigentümliche Formen aus, die in den übrigen nicht auftreten, sondern dadurch, dass einzelne Formen in ungeheuren Mengen formationsbildend auftreten, sodass in den verschiedenen Horizonten bald die eine, bald die andere Form in den Vordergrund tritt.

Unterst in 9 c α tritt *Rhynchonella nucula*, Sow. in ungeheuren Mengen auf; viele Schichten sind buchstäblich von den kleinen, zierlichen Schalen dieser Brachiopode aufgebaut. Im oberen Teil von 9 c α liegt der erste Korallenhorizont, ca. 2 m. mächtig. Er isl wie auch die zwei übrigen Korallenhorizonte in 9 c keine eigentliche Korallenriffbildung, sondern besteht aus meistens ziemlich regelmässigen Schichten, voll von gut erhaltenen Korallen; in einzelnen der Schichten finden sich mit den Korallen zusammen Mengen mit anderen Fossilien. In diesem untersten Korallenhorizont werden mehrere Schichten fast ausschiesslich von *Coenites repens*, L. aufgebaut. Sehr allgemein sind auch *Strophomena rhomboidalis*, W., *Spirifer elevatus*, Dalm. (*Forma typica*) und *Leperditia baltica*, His. Der echte *Spirifer elevatus*, His. tritt hier zum ersten Mal auf. Oberst liegen sehr reiche Formationen von *Favosites Forbesi*, Edw. & H., meist in kleinen Exemplaren.

In der mittleren Abteilung 9 c β sind nur sehr sparsame Fossilien zu finden; am allgemeinsten sind *Beyrichia*, kleine Exemplare von *Leperditia phaseolus*, His. und Fragmente von *Rhynchonella nucula*, Sow. (Pag. 229).

In 9 c γ findet man unterst einen Horizont, in welchem Mengen von *Tentaculites ornatus*, Sow. und eine ganze Reihe von anderen Formen auftreten. Hierüber folgt der Horizont mit *Athyris laeviuscula*, Sow., die in grossen Mengen auftritt; sehr allgemein sind auch *Spirifer elevatus*, Dalm. und *Leperditia baltica*, His. Ungefähr 3 m. hinauf in 9 c γ ligt der zweite ausserordentlich fossilienreiche Korallen horizont. Die allgemeinsten Korallen sind *Favosites Forbesi*, Edw. & H. und *Thecia Swinderenana*, Goldf. Auch hier sind *Coenites repens*, L., *Athyris laeviuscula*, Sow., *Spirifer elevatus*, Dalm., *Leperditia baltica*, His. und *Beyrichia* sp. äusserst allgemein. Hierüber folgt der Horizont mit *Strophomena* sp., die in grossen Mengen mit vielen anderen Fossilien zusammen auftritt. Oberst findet sich dann der dritte Korallenhorizont mit ausserordentlich reichen Formationen

von *Coenites repens*, L. Übrigen muss ich auf die genaue Beschreibung in dem speziellen Teil hinweisen (Pag. 225).

Die leicht kenntlichen Schichten dieser Zone 9 c sind auf den Inseln bei Holmestrand prachtvoll aufgeschlossen; auch die folgende Zone 9d mit ihren eigentümlich unregelmässigen, grobknolligen Kalkschichten aus dunklem Kalk mit Schieferfetzen in dicken Bänken kann ausgezeichnet studiert werden (Pag. 236). Die Mächtigkeit ist wegen der auftretenden Längsverwerfungen nicht leicht zu bestimmen; ich habe sie zu 30—40 m. geschätzt. Auch diese Zone ist oft sehr fossilienreich, und die Fauna wird hauptsächlich aus Korallen, Brachiopoden, Trilobiten, Ostracoden und Mollusken zusammengesetzt. Besonders eigentümlich ist das zahlreiche Auftreten von einer ganzen Reihe Lamellibranchiaten, die sonst in unserem Obersilur selten sind. Auch Gastropoden und Nautiloideen sind stellenweise sehr zahlreich. Korallen treten in Mengen auf, ja bilden im oberen Teil förmlich kleine Korallenriffe mit sehr interessanter Fauna (Pag. 240). Die wichtigsten riffbildenden Formen sind Stromatoporen und Favositiden; eine bedeutende Rolle spielen auch koloniebildende Formen von *Ptychophyllum*, *Pholidophyllum*, *Cyathophyllum* und *Cystiphyllum*. *Coenites* bildet mit seinen feinen Zweigen zusammen mit verschiedenen Crinoidenstielgliedern meistens die Grundmasse zwischen den Korallen. Von der Fauna in 9 d nenne ich übrigens *Rhynchonella Wilsoni*, var. *Davidsoni*, M'COY, *Spirifer elevatus*, DALM. var. *bijugosa*, M'COY., *Bumastus sulcatus*, L., *Phacops Musheni*, SALT., *Leperditia baltica*, HIS. var. *formosa*, CHMIEL., *Grammysia* cf. *cingulata*, HIS., *Myalina mytilimeris*, CONR., *Megalomus Gotlandicus*, LDM., *Oriostoma globosa*, SCHL., *Orthoceras imbricatum*, HIS., und *Phragmoceras ventricosum*, SOW. Wie die Faunaliste auf Pag. 237 zeigt, sind über 80 verschiedene Formen schon bekannt.

Vergleicht man diese Fauna mit derjenigen in 9 c, bemerkt man eine ganze Reihe von neuen Formen in 9 d. Von den meisten dieser kann man annehmen, dass ihr Auftreten in eigentümlichen Faciesverhältnissen begründet ist; dies gilt dem Auftreten der meisten Mollusken. Andere können als wirklich neu auftauchende Formen aufgefasst werden, z. B. der grosse *Spirifer* (var. *bijugosa*, M'COY.), der vielleicht als eigene Art aufgestellt werden kann. Ich nenne weiter die var. *formosa*, CHMIEL. von *Leperditia baltica*, HIS., und *Bumastus sulcatus*, LDM.

Vergleicht man diese ausserordentlich fossilienreiche Entwicklung des mittleren Ludlow mit der Entwicklung auf Ringerike, tritt der Unterschied stark in die Augen. Die Zone 9 b stimmt jedoch in beiden Ge-

bieten gut überein, obwohl sie bei Holmestrand viel weniger mächtig ist; dies ist aber durchgehends mit dieser östlichen Entwicklung der Fall. Der Unterschied beginnt eigentlich mit der Zone 9 c. Das Wiederauftreten der *Leperditia phaseolus*-Facies bei Holmestrand in der Mitte von 9 c und auch unterst in 9 d macht nun aber die Parallelisierung der Zone 9 c in beiden Gebieten ganz natürlich, wie die Auseinandersetzungen auf Pag. 241—242 zeigen.

Die Parallelisierung der Schichtenfolgen, die ich in beiden Gebieten als 9 d bezeichnet habe, beruht teils auf dieser Parallelisierung der Zone 9 c, teils auf der Auffassung, dass die folgenden *Chonetes*-Schichten (9 c) in beiden Entwicklungsgebieten homochron sind. Dies kann natürlich nicht mit voller Sicherheit bewiesen werden, scheint jedoch überaus wahrscheinlich. Ich habe jedenfalls bisher keine besseren Haltepunkte gefunden; denn die arme Fauna, die ich in 9 d auf Ringerike gefunden habe, enthält nur allgemeine Formen, die für eine Parallelisierung wenig brauchbar sind. Hervorzuheben ist, dass die reichen Monticuliporenformationen auf Ringerike ganz fehlen in 9 d bei Holmestrand und in der östlichen Entwicklung überhaupt; sie treten hier später auf.

Die Entwicklung der o b e r e n Z o n e n d e s L u d l o w ist in diesem Gebiete wenig bekannt, indem ich sie nur in stark umgewandelter Form auf dem Festlande bei Sando studieren konnte. Die Zone 9 d wird mit etwas mehr dünnknolligen Kalkschichten, reich an Crinoidenstielgliedern, abgeschlossen. Direkt hierüber liegen mehr ebene Kalkschichten mit ziemlich reichlichem Schiefer in einer Mächtigkeit von nur einigen Metern, mit einer Fauna, die derjenigen in 9 d sehr ähnlich ist, aber *Chonetes striatella*, Dalm. enthält. (Pag. 245). Auch Schichten voll von Monticuliporen kommen vor. Diese *Chonetes*-Schichten parallelisiere ich mit dem *Chonetes*-Kalk (9 e) auf Ringerike; sie werden direkt überlagert von einem sehr reichen Korallenhorizont mit Mengen von *Favosites* sp. im obersten Teil, den ich mit dem *Favosites*-Kalk (9 f) auf Ringerike zusammenstelle. Beide diese Zonen sollten somit vielleicht nicht mehr als ca. 6 m. mächtig sein, während sie auf Ringerike wenigstens ca. 30 m. mächtig sind und zwei kompakte Kalkhorizonte mit einer dazwischenliegenden Schieferabteilung bilden. Über den *Favosites*-Kalk folgt dann bei Sando eine schieferreiche Abteilung, die ich als die Zone 9 g auffasse. Dass die hier aufgestellte Schichtenfolge der Zonen 9 e—g die vollständige ist, lässt sich wegen der starken Umwandlung und den vielen Verwerfungen nicht mit voller Sicherheit konstatieren; sie wird aber in der Hauptsache bestätigt durch die Verhältnisse bei Porsgrund und Skien, wo das Ludlow eine sehr übereinstimmende Entwicklung zeigt.

Die hier geschilderte Entwicklung auf den Inseln bei Holmestrand, die ich als die typisch östliche auffasse, findet sich auch in Sandedal und S.-lich von Drammen und Mjøndalen, wo das Ludlow bedeutende Ausbreitung hat, aber für ein näheres Studium zu stark umgewandelt ist (Pag. 436).

Sehr ähnlich ist ferner die Ludlowentwicklung in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund (Pag. 287). Auch hier sind leider die Schichten nicht unbedeutend umgewandelt, so dass vorläufig nur die Hauptzüge erforscht werden konnten. In den Zonen 9 a—d scheinen sehr wenige Unterschiede vorhanden zu sein. Die Zone 9 e beginnt auch hier als dünne, ziemlich ebene Kalkschichten und Schiefer mit reicher Brachiopodenfauna, in der *Chonetes striatella*, Dalm. besonders hervortritt. Sie ist 6—8 m. mächtig und wird wahrscheinlich von einer schieferreichen, 8—10 m. mächtigen Abteilung überlagert; erst hierüber folgt der *Favosites*-Kalk, ein knolliger, korallenreicher Kalk mit Monticuliporenbänken, ca. 20 m.(?) mächtig. Die Fauna scheint reich zu sein, ist aber noch wenig studiert. *Chonetes* ist wieder verschwunden. Oberst liegt die Zone 9 g mit dem jüngsten Ludlowschiefer und dünnen Kalkschichten, vielleicht ca. 25 m. mächtig, in der ich nur *Spirifer elevatus*, Dalm. gefunden habe. Wie man sieht, sind die Zonen 9 e—f hier mächtiger entwickelt als bei Holmestrand, und eine schieferreiche Abteilung hat sich zwischen dem *Chonetes*-Kalk und dem *Favosites*-Kalk eingefunden. Eine gewisse Annäherung an die westliche Entwicklung kommt hierdurch in diesem Gebiete im oberen Teil des Ludlow zum Vorschein. Der Übergang zum Devon ist wenig studiert, scheint aber in ähnlicher Weise wie auf Ringerike vor sich zu gehen.

3. Gemischte östliche und westliche Entwicklung.

Eine Mischung von dem westlichen und östlichen Typus findet man in dem dazwischenliegenden Gebiet in Bærum, wo die Schichtenfolge des Ludlow vollständig erhalten ist. Wegen Umwandlung der Schichten, die die faunistische Untersuchung erschwert, habe ich leider noch nicht alle Zonen genau durchgearbeitet, sondern nur die Hauptzüge festgestellt (Pag. 363).

Interessant ist die Zone 9 a, die in ähnlicher Entwicklung wie bei Holmestrand auftritt. Sie ist nämlich in noch wenig umgewandelter Erhaltung aufgeschlossen und kann deshalb hier faunistisch gut studiert werden (Pag. 365). Besonders hervortretend sind Schichten, gefüllt mit *Rhynchonella nucula*, Sow., und im unteren Teil Schichten, reich an

Die Parallelisierung der Zonen des

Östliche Entwicklung	
Holmestrand (Sande, Drammen)	Skien und Porsgrund
9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk 11 m.	9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk ca. 10 m.
9 b. Die Zone mit den reichen *Leperditia phaseolus*-Schichten ca. 10 m.	9 b. Die Zone mit *Leperditia phaseolus*, HIS. ca. 15 m.
9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalks mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, DALM. (*Forma typica*) 25 m. 9 c α. Die unteren *Rhynch. nucula*-Schichten mit Korallenhorizont I 8 m. 9 c β. Das obere Niveau mit *Leperditia phaseolus*, HIS. 3 m. 9 c γ. Die oberen *Rhynch. nucula*-Schichten mit Korallenhorizont II–III 14 m.	9 c. Die Zone des dünnknolligen Kalks mit der kleinen Mutation von *Spirifer elevatus*, DALM. (*Forma typica*). Ganz ähnliche Entwicklung wie bei Holmestrand ca. 25 m.
9 d. Die Zone des grobknolligen Kalks mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, DALM. (var. *bijugosa*, M'COY) 30–40 m.	9 d Die Zone des grobknolligen Kalks mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, DALM. ca. 30 m.
9 e. Die (obere) Zone mit *Chonetes striatella*, DALM. 9 e–f ca. 6 m. (?)	9 e. Die (obere) Zone mit *Chonetes striatella*, DALM, 15–20 m.
9 f. Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk.	9 f. Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk ca. 20 m.
9 g. Die Zone mit dem jüngsten Ludlowschiefer ca. 24 m. (?)	9 g. Die Zone mit dem jüngsten Ludlowschiefer und dünnen Kalkschichten ca. 25 m,
106–116 m.	140–145 m.

Ludlow in den verschiedenen Gebieten.

Gemischte östliche und westliche Entwicklung	Westliche Entwicklung	Nördliche Entwicklung
Bærum	Ringerike	Mjøsen
9 a. Die Zone mit dem feinknolligen *Rhynchonella nucula*-Kalk oder die untere Zone mit *Chonetes striatella*. Dalm. ca. 10 m.	9 a. Die Zone mit *Atrypina Angelini*, Ldm. oder die untere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. ca. 20 m.	
	9 b. Die Zone mit den reichen Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. oder die untere Zone mit *Lep. phaseolus*, His. ca. 20 m.	
9 b–c. Die Zonen mit *Leperditia phaseolus*, His. 50–60 m. Ähnliche Entwicklung wie auf Ringerike.	9 c. Die Zone mit sparsamer auftretenden *Leperditia phaseolus*, His. oder die obere Zone mit *Leperditia phaseolus*, His. ca. 70 m.	Einförmige Ablagerung von roten und gelben Sandsteinen durch das ganze Ludlow (ein mittlerer Teil des Brumunddalsandsteins).
9 d. Die Zone des grobknolligen Kalks mit der grossen Mutation von *Spirifer elevatus*, Dalm. 9 d–f ca. 100 m.	9 d. Die Zone mit *Spirifer elevatus*. Dalm., *Lep. baltica*, His. und Monticuliporenbänken, aber ohne *Chonetes striatella*, Dalm. ca. 55 m.	
9 e. Die Zone mit dem *Chonetes*-Kalk oder die obere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm.	9 e. Die Zone mit dem *Chonetes*-Kalk oder die obere Zone mit *Chonetes striatella*, Dalm. 36–38 m.	
9 f. Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk.	9 f. Die Zone mit dem *Favosites*-Kalk, ca. 22 m.	
9 g. Die Zone des jüngsten Ludlowschiefers mit dünnen Monticuliporenschichten ca. 30 m.	9 g. Die Zone mit *Leperditia norvegica*, Kiær (nov. sp.) ca. 30 m.	
ca. 200 m.	ca. 255 m.	?

Pterinea retroflexa, Wahl. Dagegen kommt *Atrypina Angelini*, Ldm. nicht vor, die ja auf Ringerike so massenhaft sich findet. Die Entwicklung der nächsten Zone hat dagegen mehr Ähnlichkeit mit derjenigen auf Ringerike. Formationen von *Leperditia phaseolus*, His. und *Spirifer crispus*, His. kommen in beiden Gebieten in ähnlicher Entwicklung vor. Auch die Zone 9 c hat ausgesprochen westliche Entwicklung, obwohl die Mächtigkeit geringer ist, nämlich 50—60 m. anstatt 90 m., und Schiefer mehr zurücktritt als auf Ringerike. Über die ebenen Kalkschichten der Zone 9 c folgt eine ca. 100 m. mächtige Schichtenfolge mit 3 hervortretenden Abteilungen mit dichtknolligem Kalk, die ganz deutlich die Zonen 9 d—f repräsentieren. Zwischen den Kalkabteilungen finden sich wahrscheinlich schieferreichere Schichten. Die Fauna in diesen Kalkabteilungen ist noch nicht im Detail untersucht, stimmt aber gut mit derjenigen auf Ringerike überein; sie scheint jedoch reicher zu sein. In 9 e findet man *Chonetes striatella*, Dalm. massenhaft, oberst in 9 f die *Favosites*-Bank in sehr schöner Entwicklung; stellenweise ist sie viel mächtiger entwickelt als auf Ringerike. Sicher ist, dass die Entwicklung dieser Zonen in Bærum der westlichen Entwicklung am nächsten steht. Die dichtknolligen Kalkabteilungen sind aber mächtiger in Bærum; hierin, in dem viel spärlicheren Auftreten von Monticuliporenbänken, dem Fehlen der roten Schieferhorizonte und überhaupt der geringeren Mächtigkeit der schieferreichen Abteilungen sind nicht ganz unbedeutende Unterschiede vorhanden.

Die oberste Zone 9 g bildet sowohl in sedimentärer als faunistischer Beziehung einen Übergang zu dem roten devonischen Sandstein (Pag. 370). Die Schichtenfolge besteht unten aus graugrünen, gewöhnlich glimmerreichen, sandigen Schiefern mit dünneren und dickeren Schichten aus graugrünem Sandstein. Bald werden die Schichten rötlich; in diesen unteren roten, glimmerhaltigen Sandsteinschiefern, die noch mit grünlichen wechseln, finden sich einzelne dünne, kalkreichere Schichten, die voll von zweigigen Monticuliporen sind. Bald verschwinden diese dünnen Monticuliporenformationen; aber noch höher in den roten Sandsteinschiefern, die mit Kalksandsteinplatten wechseln, finden sich ab und zu dünne Zweige derselben Bryozoe, die letzte Form, die sich hier zeigt. Dann wird alles fossilienleer. Wie auf Ringerike setze ich die obere Grenze des Obersilurs da, wo die letzten Fossilienspuren verschwinden. Durch diese Abgrenzung wird diese oberste Zone des Obersilurs vielleicht ca. 30 m. mächtig. Die Faciesentwicklung in dieser unterscheidet sich von derjenigen auf Ringerike durch das Fehlen von reinen Kalkschichten mit Brachiopoden und Ostracoden. Ähnlich sind

aber die oberen Schichten mit den Monticuliporenformationen und der Übergang zum Devon.

4. Die nördliche Entwicklung.

Ganz verschieden von den Faciesentwicklungen im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets ist die Entwicklung des Ludlow im N. beim Mjøsen. Hier fing die Bildung von reinen roten und gelben Sandsteinen schon im mittleren oder oberen Teil des Wenlock an und setzte sich aller Wahrscheinlichkeit nach durch das Ludlow ohne Unterbrechung fort. Dieser Brumunddalsandstein ist nur weit im N. im Brumunddal bekannt und ist noch wenig studiert. Fossilien sind bis jetzt nicht gefunden (Pag. 434). Wie weit nach S. diese Facies ursprünglich vorhanden war. kann nicht bestimmt werden.

b. Faciesveränderungen.

In den Übergangszonen zwischen Wenlock und Ludlow findet sich im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets eine grössere Übereinstimmung der Faciesentwicklung in den verschiedenen Gebieten als vorher. Dies macht sich schon in der obersten Wenlockzone geltend und ist noch mehr der Fall in den zwei unteren Ludlowzonen (9 a—b). Über dem dunklen Kalke oberst im Wenlock finden sich in 9 a überall verhältnismässig dünne Kalkschichten und Schiefer mit reichen Brachiopodenfaunen ein. Eine neue, kleinere Senkung ist somit im unteren Ludlow nachweisbar. Auch hier zeigt wie vorher das Gebiet auf Ringerike reichere Fauna und grössere Abwechslung als die Gebiete im O. und SO. Eigentümlich genug herrscht von jetzt ab in dem Gebiet bei Skien und Porsgrund die östliche und nicht wie durchgehends in den älteren Etagen die westliche Entwicklung. Das Ausbreitungsgebiet der östlichen Entwicklung hat sich somit im S. jetzt viel weiter nach W. vorgeschoben. Dies bedeutet wohl, dass die langen Zonen mit übereinstimmender Faciesentwicklung ihre Richtung geändert haben; während sie früher durchgehends eine SSW—NNO.-liche Richtung zeigen, scheinen sie jetzt ungefähr SW.—NO. zu laufen. Die mächtige Ablagerung von Sandsteinen im N. beim Mjøsen deutet an, dass diese Änderung in Hebungen des centralen Norwegens begründet ist.

In 9 b tritt eine neue eigentümliche Facies uns entgegen, die nach einer charakteristischen *Leperditia* als die *Phaseolus*-Facies be-

zeichnet werden kann. Sie findet sich in den verschiedenen Gebieten sehr übereinstimmend entwickelt. Das Sediment besteht aus dickeren, ebenen Kalkschichten von blaugrauem, splitterigem Kalk und einem sehr regelmässig- und dünn-schiefrigen Kalk, der sich leicht aufspalten lässt. Auch unregelmässig knolliger Kalk kommt vor. In diesen mit eigentümlich weissgrauer Verwitterungshaut versehenen Kalkschichten finden sich oft reiche Formationen von den kleinen, stromatoporoiden Knollen und von *Leperditia phaseolus*, His. Die Fauna ist sonst nicht reichhaltig, am reichsten auf Ringerike und in Bærum, wo *Spirifer crispus*, His. kleine Muschelbänke gebildet hat. Das Sediment erinnert in dieser Facies bedeutend an den hellen dünnschichtigen Kalk mit *Leperditia phaseolus*, His. und *Platyschisma helicoides*, Sow. auf Oesel.

Eine ähnliche Facies, in der jedoch Schieferhorizonte eingeschaltet sind, setzt sich auf Ringerike und in Bærum mit grosser Mächtigkeit auch in der Zone 9 c fort, während zur selben Zeit im SO. (Holmestrand, Drammen, Skien und Porsgrund) und wahrscheinlich auch im O. die ausserordentlich fossilienreichen *Rhynchonella nucula*-Schichten mit ihren Korallenhorizonten abgelagert werden. Wieder haben sich somit starke Unterschiede in der Faciesentwicklung eingefunden, die von jetzt ab durch das ganze Ludlow vorhanden sind. Ich betrachte wie früher die Ablagerungen in dem SO.-lichen Faciesgebiet als in grösserem Abstand von einer Küstenlinie und deshalb meisten auf grösserer Tiefe als diejenigen in dem NW.-lichen abgesetzt.

In 9 d hat man im SO. die grobknolligen Kalke mit ihrer schönen und reichen Fauna, bestehend aus Korallen, Brachiopoden, dickschaligen Lamellibranchiaten und Gastropoden, Cephalopoden und Crustaceen, wohl die reichste und mannigfaltigste in unserem Silur. Oberst treten kleine korallenriffähnliche Bildungen stellenweise auf. Auf Ringerike dagegen wechseln Horizonte mit Kalkknollenschichten mit schieferreichen Horizonten ab. Die Kalkknollenschichten scheinen meistens fossilienarm zu sein; stellenweise tritt jedoch eine einförmige Brachiopodenfauna in grösserer Menge auf. Sehr charakteristisch sind die eigentümlichen Monticuliporenformationen, die sich mehrmals als meterdicke Kalkbänke wiederholen. Diese feinen, zweigigen Bryozoen müssen hier in unglaublichen Mengen gelebt haben; sie kommen in dieser Zone im SO. nicht vor. Ihr Gedeihen war natürlich an ganz bestimmte biologische Verhältnisse gebunden.

Die Mächtigkeit ist hier im NW. bedeutend grösser, was in den folgenden Zonen e—f noch mehr der Fall ist. Dies wird hauptsächlich durch eine Einschaltung von mächtigen schieferreichen Horizonten be-

wirkt. Am meisten konzentriert ist die Kalkfacies bei Holmestrand, wo beide Zonen nur ca. 6 m. zu sein scheinen. Hier folgt ein sehr reicher Korallenhorizont — der *Favosites*kalk — direkt auf die *Chonetes*-Schichten, die wieder direkt auf dem grobknolligen Kalk liegen. Bei Porsgrund und Skien sind beide Horizonte mächtiger geworden, und ein schieferreicher Horizont hat sich zwischen beide eingeschoben. Die Mächtigkeit dieser zwei Zonen ist hierdurch zu 35—40 m. gewachsen. Auf Ringerike ist dies noch mehr gesteigert; hier ist erstens ein mächtiger Schieferhorizont unterhalb des dichtliegenden Chonetes-Kalks, zweitens ein ähnlicher oberhalb desselben zur Entwicklung gekommen, so dass die Mächtigkeit 56—60 m. geworden ist. Zur selben Zeit sind beide Kalkhorizonte mehr dichtknollig entwickelt, und der Korallenhorizont ist zu einer nur meterdicken *Favosites*bank eingeschrumpft. Die Korallenfauna in dieser ist reich, aber sehr einförmig: sie besteht nur aus *Favosites*, während sie im SO. viel reichhaltiger ist. Die übrige Fauna scheint auch bedeutend reicher im SO. als im NW.; auch auf Ringerike ist sie in den zwei stark hervortretenden Kalkhorizonten oft sehr reich; der Reichtum ist aber hier durch ein Massenauftreten von einzelnen Arten verursacht.

In der obersten Zone g macht sich eine deutliche Verarmung der Fauna in allen Gebieten bemerkbar und, eigentümlich genug, mehr in den SO.-lichen und O.-lichen als auf Ringerike im NW. In diesem letzten Gebiete ist die Facies kalkreicher als in den übrigen und enthält in der Mitte der Schichtenfolge eine Fauna mit einigen der allgemeinen Ludlowbrachiopoden und dazu zahlreichen Ostracoden, unter denen eine neue grössere *Leperditia*form besonders hervortritt. Auch die zweigigen Monticuliporen kommen vor. Von dieser Fauna sind bis jetzt in den übrigen Gebieten nur sehr sparsame Spuren gefunden, indem hier die Kalkentwicklung sehr stark zurücktritt. Im oberen Teil wird der Schiefer glimmerreich und bald rotgefärbt, Kalksandsteinschichten finden sich ein, und die Fauna wird zur selben Zeit ärmer und ärmer. Dünne Monticuliporenformationen gehen noch ein kleines Stück in den roten Schiefer hinauf; sie verschwinden aber auch bald vollständig, und man hat die mächtige, einförmige, fossilienleere Facies der roten und grauen Sandsteine und Schiefer, die nach der Parallelisierung mit England als Old Red oder devonischer Sandstein bezeichnet werden kann.

Während sich diese mächtige Schichtenfolge des Ludlow von Kalk und Schiefer mit mannigfaltigen marinen Faunen in dem mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets bildete, wurden im N. beim Mjøsen

einförmige rote und gelbe Sandsteine abgelagert. Diese nördliche Facies ist nur in Brumunddal nachgewiesen; sie hat sich natürlich auch weiter nach S. erstreckt, wie weit lässt sich nicht bestimmen.

Diese nördliche Sandsteinablagerung scheint wichtig für die Erklärung der Faciesunterschiede weiter im S.; denn alle die auftretenden Faciesentwicklungen müssen natürlich in Zusammenhang gestanden haben, und eine einheitliche Erklärung ihrer Bildung muss deshalb gesucht werden. Denkt man sich nun, wie vorher schon auseinandergesetzt, dass die Ausbreitungsgebiete von übereinstimmenden Faciesentwicklungen SW.—NO.-lich laufende Zonen oder Gürtel gebildet haben, so scheinen die Facies-Unterschiede in den verschiedenen Gebieten hierdurch erklärt werden zu können. Die Facies mit grobklastischen Sandsteinen hätte sich dann vom Mjøsengebiet in SW.-licher Richtung fortgesetzt und die Sedimente der Uferzone gebildet. SO.-lich von dieser grobklastischen Zone oder Gürtel, würde man dann eine breite, ähnlich verlaufende Zone mit Sedimenten bekommen, die der Faciesentwicklung auf Ringerike entsprechen. Hier sind die grobklastischen, terrigenen Sedimente verschwunden, feinklastische sind dagegen in grosser Mächtigkeit abgelagert und mit organogenen Kalkbildungen gemischt. Geht man weiter in SO.-licher Richtung, könnte man erwarten, dass die klastischen Sedimente an Mächtigkeit mehr und mehr abnehmen, und die Kalkbildung mehr alleinherrschend wird. Hiermit scheint in Wirklichkeit die Faciesentwicklung in den SO.-lichen Gebieten ganz gut übereinzustimmen.

Ehe die Sedimentgesteine petrographisch untersucht sind, lohnt es sich wohl kaum, näher auf diese Verhältnisse einzugehen.

Mit dem Übergang vom Obersilur zum Devon trifft man überall im Kristianiagebiete wieder grobklastische Facies, die augenscheinlich wie diejenigen in der jüngsten untersilurischen Zone Seichtwasserbildungen der Uferzone repräsentieren. Die Facieskurve (Gürich [1]) bildet somit in unserem Obersilur eine volle Phase, wie es auch allgemein in England und Schottland der Fall ist. Innerhalb dieser Phase können mehrere Oscillationen unterschieden werden; von diesen treten zwei — im mittleren Teil des Llandovery und Wenlock-Ludlow — besonders hervor.

Sie machen sich wesentlich im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebiets bemerkbar; im nördlichen Teil — besonders beim Mjøsen — lassen sie sich nicht deutlich nachweisen. Hier sind ja auch in vielen

[1] Das Palaeozoicum des polnischen Mittelgebirges, Pag. 430.

anderen Beziehungen durchgreifende Unterschiede vorhanden. Schon im Oberen Llandovery findet sich Graptolithenfacies ein, während sie weiter im S. erst mit Wenlock in der Ö.-lichen Entwicklung auftritt. Diese Graptolithenfacies geht im unteren Wenlock in Facies über, die auf eine Hebung deuten, und schon im mittleren Teil der Etage finden sich vollständige Seichtwasserablagerungen ein. Sowohl die Senkung als die Hebung fand somit hier viel rascher als im S. statt.

c. Faunaentwicklung.

In dem vorgehenden Abschnitt habe ich gezeigt, dass die faunistische Entwicklung von Wenlock zu Ludlow verhältnismässig gering ist. Hier will ich nur einige besonders hervortretende Formen berücksichtigen.

In den meisten Ludlowzonen bekommt die Fauna ein bestimmtes Gepräge durch das zahlreiche Auftreten einer Reihe von Brachiopoden, die man im allgemeinen als Ludlowformen bezeichnen kann, z. B. *Chonetes striatella*, Dalm., *Rhynchonella nucula*, Sow. und *Spirifer elevatus*, Dalm. Sie treten, vielleicht mit Ausnahme von *Rhynchonella nucula*, Sow., in unserem Obersilur erst im Ludlow auf, ja die letzte Form sogar erst in der Zone 9 c; in anderen Silurgebieten werden sie jedoch auch aus älteren Schichten aufgeführt und werden sich vielleicht auch bei uns weiter zurückverfolgen lassen.

In dem norwegischen Ludlow verdienen besonders die Leperditien eine nähere Erwähnung. Oberst im Wenlock zeigt sich ja die typische Form von *Leperditia baltica*, His. zum ersten Mal in unserem Obersilur. Sie setzt sich durch fast das ganze Ludlow fort mit verschiedenen Mutationen und Varietäten. Besonders eigentümlich ist die *Mutatio formosa*, Chmiel., die in der reichen SO.-lichen Fauna der Zone 9 d in prachtvollen, ausgeprägten Exemplaren allgemein auftritt. Zur selben Zeit entwickelt sich die *Leperditia phaseolus*-Reihe. Der erste Repräsentant dieser interessanten Formenreihe ist die kleine *Leperditia gregaria*, Kies. in 8 c (Ringerike, Pag. 80); in 9 a zeigt sich die nahestehende *Leperditia phaseolus*, His. ganz sparsam (Bærum, Pag. 366), erlangt aber erst in 9 b faunistische Bedeutung. Sie findet sich in dieser Zone überall ganz allgemein, stellenweise sogar in ausserordentlich reichen Formationen; ihre kleinen Schalen bilden sowohl auf Ringerike als in Bærum förmliche Leperditienkalke. Auch in den beiden folgenden Zonen 9 c—d tritt dieselbe Form stellenweise auf. Es ist interessant zu bemerken, dass die zwei Formen *Leperditia phaseolus*, His.

und *L. baltica*, His. gleichzeitig in verschiedenen Facies gelebt haben. Während die letztere in knolligen Kalken mit abwechslungsreicher Brachiopoden- oder Korallenfauna auftritt, ist *Leperditia phaseolus*, His. in Facies zu Hause, die mehr oder weniger mit derjenigen der Zone 9 b übereinstimmen (der *Phaseolus*-Facies. Pag. 533).

Eine Fortsetzung dieser *Leperditia phaseolus*-Reihe bildet wahrscheinlich die *Leperditia norvegica*, Kiær (nov. sp.), die auf Ringerike für die oberste Ludlowzone (9 g) charakteristisch ist. Sie schliesst die lange Reihe von *Leperditia*-Formen ab, die so viele ausgezeichnete Leitfossilien für unser Obersilur abgibt.

Von Trilobiten muss ich *Bumastus sulcatus*, Ldm. nennen (in 9 d der SO.-lichen Gebiete); er gehört zu der *Bumastus armatus*-Gruppe, die sehr charakteristisch für Ludlow zu sein scheint.

Die *Phacops elliptifrons*-Reihe ist verschwunden; an ihrer Stelle tritt *Phacops Musheni*, Salt. auf (9 d Holmestrand).

Ich beschränke mich hier auf diese kurzen Bemerkungen und weise sonst auf die speziellen Beschreibungen der Gebiete und auf das Fossilienverzeichnis am Schluss des Buches hin.

Die obere Abgrenzung des Obersilurs.

Am genauesten habe ich die Grenzschichten auf Ringerike studiert. Hier werden die Schichten der Zone 9 g oberst mehr und mehr fossilienarm; die obersten bestehen aus dünnen Kalkschichten und gewöhnlich reichlichem graugrünem Schiefer, der nach oben immer glimmerreicher wird. Dann wird der Schiefer rot, und es finden sich dicke Schichten von grauem bis schwach rötlichem kalkhaltigem Sandstein ein. Im oberen Teil der graugrünen Schiefer und Kalkschichten kommen die zweigigen Monticuliporen vor; sie gehen auch als ganz dünne Formationen 1—1.5 m. in den roten Schiefer und Kalksandstein hinauf. Höher habe ich nur problematische Spuren von Organismen gefunden. Ähnlich habe ich den Übergang in Bærum und bei Skien gefunden; auf beiden Stellen ist jedoch die Zone 9 g viel fossilienärmer als auf Ringerike. Ich habe die Grenze zwischen Obersilur und Devon da gesetzt, wo die letzten Spuren der Ludlowfauna aufhören. Diese Grenze ist keine scharfe und fällt auch nicht genau mit dem Übergang von der Schiefer und Kalkfacies des Ludlow zu der Sandsteinfacies der höherliegenden Schichtenfolge zusammen. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass weitere Untersuchungen Spuren der Ludlowfauna noch etwas höher nachweisen können.

Übersicht der Mächtigkeit des Obersilurs in den verschiedenen Gebieten.

	Holmestrand.	Malmö.	Asker und Bærum.	Skien und Porsgrund.	Ringerike.	Hadeland.	Mjøsen.
Unteres Llandovery	Unvollständig entblösst	ca. 150 m.	ca. 170 m.	ca. 100 m.	ca. 115 m.	ca. 100 m.	8—32?) m.
Oberes Llandovery	105 - 107 m. (?)	ca. 115 m.	ca. 150 m.	ca. 132 m.	130 - 135 m.	ca. 150 m.	100 - 120 m.
Wenlock	ca. 60 m.	ca. 100 m.	ca. 130 m.[1]	80—90 m.	130—140 m.	120—130 m. (8 a—b)	?
Ludlow	106—116 m.	Fehlt	ca. 200 m.	ca. 140 m.	ca. 255 m.	Fehlt	?
Das ganze Obersilur.	?	?	ca. 650 m.	452—462 m.	630—645 m.	?	?

[1] Auf Pag. 372 ist für Wenlock fehlerhaft ca. 150 m. und dadurch für das ganze Obersilur 670 anstatt 650 m. angegeben.

Genau lässt sich die Grenze somit nicht festsetzen; ich glaube aber, dass sie aller Wahrscheinlichkeit nach ungefähr so, wie ich es gemacht habe, gezogen werden muss. Dafür spricht eine Parallelisierung der Zone 9 g mit der Schichtenfolge in Shropshire und Wales (Pag. 551). Es scheint durch eine solche sehr wahrscheinlich, dass die Zone mit dem oberen Teil des sogenannten Downtonian zusammenfällt. Hierdurch wäre auch das Alter der höherliegenden mächtigen Schichtenfolge, die hauptsächlich aus roten und grauen Sandsteinen und Schiefern besteht, bestimmt. Sie muss mit einem grösseren oder kleineren Teil der devonischen Schichtenfolge in Old Red-Facies in Shropshire und Wales parallelisiert werden. Der petrographische Habitus stimmt hiermit gut überein. Die alte Annahme von Murchison scheint somit die richtige zu sein. Auf andere Weise lässt sich das Alter dieser Schichten wegen der anscheinend vollständigen Fossilienarmut nicht bestimmen.

Im N. beim Mjøsen nehme ich, wie vorher auseinandergesetzt, an, dass die Grenze hoch oben in dem Brumunddalsandstein zu setzen ist, indem seine Bildung wahrscheinlich im mittleren Teil des Wenlock anfängt und sich durch Ludlow in das Devon erstreckt (Pag. 428).

XI.

VERGLEICHUNG MIT DEN ÜBRIGEN OBERSILURISCHEN GEBIETEN IN NORDEUROPA.

Das Obersilur im Kristianiagebiete hat eine centrale Lage zwischen den übrigen obersilurischen Gebieten in Nordeuropa und besitz deshalb auch, wie es sich zeigt, grosse Bedeutung für die nähere Parallelisierung dieser; durch seine Faciesentwicklungen und Fauna gibt es zu beiden Seiten — sowohl nach W. als nach O. — interessante Anknüpfungspunkte. Dies gilt natürlich besonders für die obersilurischen Gebiete, in denen hauptsächlich litorale Facies zur Entwicklung gekommen sind.

Ich beschränke mich in dieser Arbeit auf eine Parallelisierung mit diesen nordeuropäischen Gebieten. Die Vergleichung könnte natürlich auch weiter zu den südeuropäischen und aussereuropäischen geführt werden. Dies halte ich jedoch hier für unnötig, indem die faunistische Stellung unseres Obersilurs genügend klar hervortritt, wenn die Verhältnisse zu den benachbarten Gebieten im W. und O., mit denen es ein Ganzes bildet, festgestellt sind.

1. Norwegen.

Die Silurformation hat, wie bekannt, in Norwegen grosse Verbreitung ausserhalb des Kristianiagebiets; aber nur an sehr wenigen Stellen sind sicher obersilurische Schichten nachgewiesen.

Die Ursache hierzu ist wohl hauptsächlich die starke Umwandlung der silurischen Schichtenfolge in allen diesen Gebieten, wodurch die ur-

sprünglich vorhandenen Fossilien meistens zum Verschwinden gebracht sind und nur unter günstigen Umständen noch konstatiert und bestimmt werden können. Es beruht aber augenscheinlich auch darauf, dass die Faciesentwicklung fast durch das ganze Silur anders und mehr fossilienarm als im Kristianiagebiete gewesen ist. Trotz der Unsicherheit und Unvollständigkeit, womit die Schichtenfolge auf den verschiedenen Stellen enträtselt werden kann, hat es deshalb grosses Interesse, soweit möglich diese Unterschiede in der Faciesentwicklung zu konstatieren.

Die folgenden kurzen Bemerkungen stützen sich nur auf die vorhandene Literatur und eine neue Durchsicht der früheren Einsammlungen, die in der Universitätssammlung sich befinden.

Von dem centralen Silurgebiet beim Mjøsen kann die Silurformation in NW.-licher Richtung über Snertingdalen und Torpen nach Gausdal und weiter nach Otta verfolgt werden. Nach Untersuchungen von TH. MÜNSTER[1] und K. O. BJØRLYKKE[2] leidet sie auf dieser Strecke sehr bedeutende Veränderungen. Es sind jedoch hauptsächlich die Veränderungen in der Entwicklung des Kambriums und des älteren Untersilurs, die hier studiert werden können. Diese bestehen darin, dass die Kalkhorizonte mehr und mehr verschwinden und eine mehr und mehr einförmige Schieferformation sich ausbildet, die in umgewandeltem Zustand als die centralnorwegische Phyllitformation bekannt ist. Sie umfasst in Gausdal das Kambrium, die Etage 3 und den untersten Teil der Etage 4 des Untersilurs und geht nach oben in einen Sandsteinschiefer über; wie hoch hinauf in das Untersilur diese Schichtenfolge hier geht, lässt sich nicht sicher bestimmen, wahrscheinlich jedoch nur in den unteren Teil der Etage 4. Schon in dem Gebiet beim Mjøsen beginnt dieser Teil der Silurformation sich in diese Richtung zu ändern.

Während in Gausdal keine Schichten nachgewiesnen sind, die als junges Untersilur oder Obersilur gedeutet werden können, sind solche bei Otta wahrscheinlich vorhanden. Die Schichtenfolge des Silurs ist hier nach BJØRLYKKE[3] folgende (von unten):

1. Grauer Phyllit, wahrscheinlich Etage 3–4 entsprechend.
2. Grünlicher Schiefer mit dünnen Kalkschichten, Seifensteinen und mehreren Konglomerathorizonten. In dem oberen Serpentinkonglomerat ist ein Abdruck einer grossen Gastropode gefunden, die

[1] Text til kartbladet Lillehammer, N. G. U. No. 30, 1900.
[2] Graptolitførende skifere i Vestre Gausdal, N. G. U. Aarbog. 1891. — Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område, N. G. U. No. 13, 1893. — Det centrale Norges fjeldbygning, N. G. U. No. 39, 1905.
[3] Det centrale Norges fjeldbygning, pag. 280.

wahrscheinlich im den oberen Teil des Untersilurs zu Hause ist. Hiernach kann diese Abteilung als oberster Teil des Untersilurs bestimmt werden.

3. Sels Tagskifer (Dachschiefer), wahrscheinlich Unteres Llandovery.

Dieser Dachschiefer von Sel, der nach dieser Schichtenfolge als Unteres Llandovery aufzufassen ist, besteht aus einem grauen bis bräunlichen phyllitischen Schiefer und kann von Otta über Raadalsfjeld nach Vaage verfolgt werden. Spuren von Fossilien sind nicht gefunden.

Die Phyllitformation spielt eine grosse Rolle in der Geologie des centralen Norwegens und kann sowohl im NO. nach dem Throndhjemsgebiet als im SW. nach dem Bergensgebiet verfolgt werden. In beiden Gebieten sind mehrere fossilienführende Horizonte gefunden, die sehr wichtige Haltepunkte für eine nähere Altersbestimmung der Schichtenfolge abgeben.

In dem Bergensgebiete hat H. Reusch[1] die grundlegende Arbeit getan, während spätere Beiträge von Kolderup[2] gegeben sind. Die meisten Fossilienfundstätte befinden sich in der östlichen Zone des eigentlichen Bergensbue (-Bogen), aber auch weiter im S. hat Reusch ähnliche Fossilien gefunden. Sie gruppieren sich in mehreren bestimmbaren Horizonten. Die grösste Ausbreitung hat der Gastropoden- oder Rhabdoporellenkalk von Kuven und Valle. Er besteht aus dunklem, glänzendem Tonschiefer und einem dunkel graublauen, krystallinischen Kalk; dieser tritt entweder in kleinen Knollen auf, die mehr oder weniger dicht liegen, oder bildet auch stellenweise mehr kompakte Kalkbänke von bedeutender Mächtigkeit. Allgemein sind in diesem Kalk *Rhabdoporella* sp. (früher als *Syringophyllum* bezeichnet), *Halysites* sp. und Durchschnitte von grossen Gastropoden; etwas seltener findet sich *Ptychophyllum* sp. Dieser Horizont entspricht ganz sicher der Zone 5 a, und es ist von grossem Interesse, dass die Facies augenscheinlich nicht sehr verschieden von der westlichen Entwicklung im mittleren Teil des Kristianiagebiets gewesen ist. Er kann von Geiterø im SSW. über Kuven, Os, Valle, Aasen, Trengereid nach Skaftun auf Osterø verfolgt werden. Auch weit im S. auf Stordø ist er bei Dyviken und Vikenes von Reusch nachgewiesen, wo auch *Climacograptus* sp., *Favosites* sp., *Heliolites* sp., und Crinoidenstielglieder vorkamen.

[1] Silurfossiler og pressede Konglomerater, 1882, und Bømmeløen og Karmøen, 1888.
[2] Et orienterende niveau i Bergensskifrene, Bergens Museums Aarbog, 1897.

In naher Verbindung mit dieser Schichtenfolge der Zone 5 a treten Konglomerate auf, die wohl als Äquivalente der Zone 5 b angesehen werden können, und eine ähnliche weite Verbreitung haben.

Noch jünger sind die fossilienführenden Schichten bei Ulven und Vagtdal, ca. 2 Km. NW.-lich von der Zone 5 a bei Kuven und Valle. Hier kommt eine mächtige schieferreiche Schichtenfolge vor. Bei Ulven und Vagtdal ist der Schiefer grau, stark glänzend und eingesprengt mit Mengen von Individuen von braunem Glimmer; in diesem Schiefer kommen Schichten von Kalkknollen vor, die meistens an der Oberfläche ausgewittert sind. Die meisten Fossilien kommen im Schiefer vor und sind durchgehends stark zerdrückt und schlecht erhalten. Nach einer erneuerten Durchsicht des von Herrn Dr. H. Reusch eingesammelten Materials setzt sich die Fauna aus folgenden Formen zusammen:

Favosites sp. In kleineren und grösseren Kolonien, sehr allgemein.
Halysites sp. Seltener.
Ptychophyllum sp. Wahrscheinlich 2 Formen, allgemein.
Orthis sp. Unbestimmbare Formen, nicht allgemein.
Stricklandinia lens, Sow. Mehrere, kleinere Exemplare.
Phacops cf. *elliptifrons*, Esm. Einige Eksemplare.
Encrinurus punctatus, Brünn. Pygidien sehr allgemein, oft fast unkenntlich zerdrückt. Diese Form ist früher als *Phacops* oder *Dalmanites* sp. angesehen.
Calymene sp. Scheint nicht allgemein zu sein.

Diese Schichten entsprechen sicher dem oberen Teil des Unteren Llandovery (6 c) im mittleren Teil des Kristianiagebiets, und zwar in östlicher Entwicklung; die Facies scheint sehr fossilienreich gewesen zu sein, und wohl schieferreicher als auf Malmö etc.

Zwischen Ulven und Vagtdal hat Reusch dunkle Schiefer, weniger glänzend und gepresst als die anderen, gefunden. Sie enthalten Spuren von Graptolithen. *Rastrites* sp. und *Monograptus* sp. können unterschieden werden; auch andere Formen kommen vor, können aber nicht bestimmt werden. Da die Arten dieser Graptolithen noch nicht näher bestimmt werden konnten, kann es noch nicht mit voller Sicherheit entschieden werden, ob dieser *Rastrites*schiefer älter oder jünger als die Schichten mit *Stricklandinia lens*, Sow. sind. Wahrscheinlich sind sie jedoch jünger. Sie sind bis jetzt auf keinen anderen Stellen im Bergensgebiet gefunden worden.

Dr. Reusch hat auch Fossilien in Bergefjeld auf Bømmelø gefunden. Die Schichtenfolge besteht aus Tonschiefer mit dünnen Kalklinsen und Sandsteinschichten, und scheint somit einen etwas anderen Charakter als in den übrigen fossilienführenden Horizonten zu haben. Die nachgewiesene sparsame Fauna aus nicht näher bestimmbaren Brachiopoden, Korallen (*Halysites*) und einem Gastropoden macht es noch nicht möglich, das Alter festzustellen; es kann hohes Untersilur oder tiefes Obersilur sein, vielleicht am nächsten unterer Teil des Unteren Llandovery.

Man kann somit hier im Bergensgebiete eine silurische Schichtenfolge nachweisen, die mit der Zone 5 a anfängt und mit einem *Rastrites*-schiefer abschliesst, der den obersten Teil des Unteren Llandovery oder den untersten Teil des Oberen Llandovery repräsentiert. Die Facies-entwicklung zeigt von 5 a bis 6 c bedeutende Übereinstimmung mit derjenigen im mittleren Teil des Kristianiagebiets, ist aber durchgehends schieferreicher und geht oberst in eine Graptolithenfacies über (*Rastrites*-Schiefer), die im Kristianiagebiete nicht vorhanden ist.

Im Trondhjemsgebiete sind im oberen Teil des Untersilurs noch mehrere fossilienführende Horizonte nachgewiesen [1]. Fast alle gehören aber hier sicher dem Untersilur an. In einer früheren Arbeit habe ich nachgewiesen, dass sowohl der Kalstadkalk als die übrigen früher als obersilurisch angesehenen Kalksteine von Høilandet (Høilandets Gruppe) in Wirklichkeit als der oberste Teil des Untersilurs — 5 b — zu betrachten sind. Die ältere Hovin Gruppe mit dem *Dicranograptus*-schiefer von Hovin und dem *Trinucleus*-Sandstein und Schiefer von Espehoug entspricht der Zone 5 a, vielleicht auch dem obersten Teil der Etage 4 im Kristianiagebiete. Die älteren dieser Horizonte zeigen bedeutende faunistische Unterschiede von dem Kristianiagebiete; oberst, besonders in dem Kalstadkalk und seinen Äquivalenten ist die Übereinstimmung dagegen sehr gross; es sind Crinoiden- und meistens Korallen-reiche Kalke, die mit gewissen Faciesentwicklungen der Etage 5 b, speziell auf Ringerike, gut übereinstimmen.

Jüngere, das heisst obersilurische Schichten sind im westlichen Teil des Gebietes nicht nachgewiesen; solche kommen dagegen im östlichen

[1] Siehe besonders: Th. Kjerulf, Om Trondhjems stifts geologi, I—II (N. Mag. f. Nat. Bd. 18 und 21, 1871 u. 1875). — W. C. Brøgger, Fossilier fra det Trondhjemske (N. Mag. f. Nat. Bd. 21, 1875) und Om Trondhjemsfeltets midlere afdeling (Kristiania Vid.-Selsk. Forh. 1877). — Th. Kjerulf, Udsigt over det sydl. Norges geologi, 1879. — A. Getz, Graptolitførende horizonter i det Trondhjemske (N. Mag. f. Nat., Bd. 31, 1890). — Törnebohm, Grunddragen i det centrale Skandinaviens bergbygnad (Kongl. Vet. Akad. Handl., Bd. 28, 1896). — J. Kiær, Om alderen af Kalstadkalken (Norsk geol. Tidsskrift, 1905).

Teil in der Sulskifer Gruppe vor. Die Schichtenfolge besteht in dieser Gruppe aus bräunlichen oder grauen, phyllitischen Schiefern; auch dunkler Schiefer kommt vor und in einem solchen fand A. GETZ in Kjølihaugene sehr schlecht erhaltene, aber bestimmbare Graptolithen. GETZ meint folgende Formen identifizieren zu können:

Monograptus cfr. *convolutus,* HIS.
Monograptus Halli, BARR. (?)
Rastrites sp. (?)

Die Erhaltung ist jedoch so schlecht, dass diese Bestimmungen sehr unsicher sind. Ich glaube aber, dass man hier sicher einen *Rastrites*-Schiefer hat, der an Alter ungefähr mit demjenigen im Bergensgebiete übereinstimmt.

Obwohl somit silurische, und sicher auch obersilurische Schichten grosse Verbreitung in Norwegen ausserhalb des Kristianiagebiets haben, sind unsere Kenntnisse dieses Obersilurs noch sehr gering. Nur der untere Teil — Unteres Llandovery und vielleicht der unterste Teil des Oberen Llandovery — ist durch sichere Fossilien bestimmbar. Diese obersilurische Schichtenfolge scheint schieferreicher als im Kristianiagebiete zu sein. Im Bergensgebiete ist eine Litoralfauna mit *Stricklandinia lens,* Sow. (6 c) nachweisbar, die gut mit derjenigen im Kristianiagebiete übereinstimmt; eine ähnliche ist bis jetzt noch nicht im Trondhjemsgebiete gefunden; in beiden Gebieten sind dagegen, wahrscheinlich gleich über dieser Zone, Graptolithenfacies mit einer *Rastrites*fauna entwickelt, die im Kristianiagebiete nicht vorhanden ist. Die Graptolithenfacies hat somit auf diesen Stellen früher angefangen als im SO.-lichen Norwegen.

2. England.

Auf einer Studienreise nach England 1904 hatte ich Gelegenheit die obersilurische Schichtenfolge in dem klassischen Silurgebiete von Shropshire ziemlich eingehend zu studieren. Ich besuchte auch eine Reihe anderer bekannten Lokalitäten wie Walsall und Dudley in Staffordshire, Malvern in Worcestershire, May Hill i Gloucestershire und Llandovery und Llandeilo in South Wales. Ich bekam hierdurch einen ganz guten Eindruck von der litoralen Entwicklung des Obersilurs in SW.-England; es gelang mir auch einige neue Anknüpfungspunkte für die Parallelisierung mit dem Obersilur im Kristianiagebiete zu gewinnen.

Am meisten Ähnlichkeit zeigt wohl das Obersilur in Shropshire. Die Schichtenfolge ist hier durch die klassischen Arbeiten von MURCHISON und SALTER und auch späteren Forschern [1] so allgemein bekannt, dass ich nur diejenigen Punkte, die eine Bedeutung für die Parallelisierung haben, hervorzuheben brauche.

Das Llandovery liegt hier, wie bekannt, diskordant auf älteren Schichten von verschiedenem Alter und wird im allgemeinen als Upper Llandovery betrachtet, ohne dass man aus der Literatur ersehen kann, ob die Schichtenfolge mit den untersten Schichten dieser Etage anfängt oder nicht. Um diese Frage zu lösen und überhaupt eine Vorstellung von der Schichtenfolge zu bekommen habe ich mehrere Profile studiert (das Profil bei River Onny oberhalb Chenney Longville Footbridge, bei Hillend Farm auf der SO.-Seite von Longmynd und in Sheinton Brook). Meine Untersuchungen konnten natürlich nicht sehr eingehend gemacht werden, und die Resultate können deshalb nur als ganz vorläufig angesehen werden: ich glaube aber, dass man im allgemeinen die folgende Schichtenfolge hat (von unten):

1. Gelbgrauer oder dunkler Schiefer mit Basalkonglomeraten von sehr wechselnder Zusammensetzung und Mächtigkeit. Die Konglomeratbänke können auch fehlen und die Überlagerung anscheinend konkordant sein (River Onny). Bei Hillend Farm fand ich 0.5—1 m. über der unteren Grenze eine interessante Fauna, in welcher *Leperditia Hisingeri-abbreviata*, F. SCHM. [2] ganz allgemein war. Sonst hatte die Fauna mehr ein Gepräge von Lower als von Upper Llandovery.
2. Gelblicher Schiefer mit Kalkplatten reich an Brachiopoden; besonders *Pentamerus oblongus*, Sow. tritt in Menge auf.
3. Bräunlicher Schiefer mit Schichten aus feinem Kalksandstein und Kalkschichten mit reicher Brachiopodenfauna; *Stricklandinia lens*, Sow. ist sehr allgemein, und auch *Stricklandinia lirata*, Sow. kommt vor.
4. Purple Shales.

Von diesen Abteilungen oder Zonen parallelisiere ich die unterste mit der Zone 7 a im Kristianiagebiete. Dieselbe *Leperditia*form kommt in beiden vor, und die Fauna hat das Gepräge einer Übergangsfauna. Hierdurch hat man den ersten sicheren Anknüpfungspunkt für die Parallelisierung bekommen.

[1] Siehe besonders die ausgezeichnete, kleine Übersicht von CH. LAPWORTH a. W. W. WATTS, The geology of South Shropshire (Proc. geol. Association, XIII, 1894, Part. 9).

[2] Diese Form scheint hiervon nicht früher bekannt zu sein.

Die höherliegenden *Pentamerus*-reichen Schichten müssen dann mit einem grösseren oder kleineren Teil des eigentlichen Pentameruskalks (7 b) im Kristianiagebiete parallelisiert werden. Der typische *Pentamerus oblongus*, Sow. kommt auf beiden Stellen vor.

Schwieriger ist es den oberen Teil des Oberen Llandovery zu parallelisieren. Es überrascht hier in Shropshire *Stricklandinia lens*, Sow. über der eigentlichen *Pentamerus-oblongus*-Zone mit *Str. lirata*, Sow. zusammen zu finden, während sie bei uns in der untersten Zone des Oberen Llandovery zum letzten Mal auftritt. Auch in Schottland (Girvan district) geht *Stricklandinia lens*, Sow. hoch in das Obere Llandovery hinauf und hat somit hier auf mehreren Stellen viel länger gelebt als weiter im O. im Kristianiagebiete. Leider ist vom inneren Bau dieser späten Formen nichts näheres bekannt. Diese *Stricklandinia*-Schichten und die Purple Shales können wahrscheinlich mit der Abteilung 7 c verglichen werden; es ist aber nicht sicher, ob die allgemein angenommene Grenze zwischen Llandovery und Wenlock in Shropshire und benachbarten Gegenden mit derjenigen in unserem Obersilur zusammenfällt. Der untere Teil des Wenlockschiefers scheint so fossilenarm zu sein, dass die untere Grenze anscheinend mehr aus petrographischen als aus faunistischen Gründen gezogen worden ist. In den benachbarten Gebieten Wollhope, Malvern Hills, Walsall und Lower Lickey Hills kommt dagegen eine fossilienreiche Kalkzone vor, die nach der allgemeinen Auffassung unterst in Wenlock zu stellen ist. Was die Wollhope Limestone and Barr Limestone betrifft, scheint die Fauna für eine solche Annahme nicht notwendig zu sprechen. Hier kann man jedoch ungewiss sein. Dagegen spricht die Fauna in dem „Lower Wenlock Limestone“ in Lower Lickey Hills entschieden viel eher für Llandovery als Wenlock. *Barrandella undata*, Sow., *Stricklandinia lens*, Sow., *Str. lirata*, Sow. und *Pentamerus oblongus*, Sow. kommen hier zusammen vor, eine Gesellschaft von wichtig leitenden Brachiopoden, die wie mir bekannt sonst niemals in Schichten vom Wenlock Alter zusammen gefunden ist. *Illaenus barriensis*, Murch. der angegeben wird, spricht freilich für Wenlock, wenn es wirklich der echte *barriensis* ist; dies halte ich aber nicht für sicher; denn, wie ich in englischen Museen gesehen habe, werden unter diesem Namen sehr verschiedene Formen aufgeführt. Ich glaube deshalb, dass vielleicht diese Kalkhorizonte, die angeblich unterst im Wenlock liegen sollen, nicht alle gleichalterig sind, und dass jedenfalls einige in Vergleich mit dem norwegischen Obersilur in das Llandovery zu stellen sind.

Das Wenlock zerfällt in Shropshire nach MURCHISON ganz natürlich in zwei Teile, einen unteren schieferreichen und einen oberen kalkreichen Teil oder den Wenlockschiefer und den Wenlockkalk. Über dem Wenlockkalk finden sich jedoch noch ziemlich mächtige schieferreiche Ablagerungen, die von LAPWORTH und anderen zum Wenlock gerechnet werden, nämlich „Shales above the Limestone" (ca. 100 m.) und „Lower Ludlow Mudstones"; die letzeren haben eine reiche Fauna, bestehend aus Brachiopoden wie *Chonetes striatella*, DALM. und *Rhynchonella nucula*, Sow. und zahlreichen Graptolithen. Die Schichtenfolge des Wenlock ist 750—800 m. mächtig [1], während sie im Kristianiagebiete nur 60—140 m. mächtig ist. Im Verhältnis zu dieser grossen Mächtigkeit des Wenlock sind die noch jüngeren Schichten des Obersilurs, die nach LAPWORTHS Einteilung Ludlow Series bilden, wenig mächtig, nämlich nach den neuen Untersuchungen von Elles a. Slater nur 160—267 m. Sie unterscheiden folgende Hauptabteilungen:

Aymestry Group, 36—125 m.
Upper Ludlow Group, 80—88 m.
Temeside Group, 44—53 m.

Innerhalb dieser Groups sondern sie eine Reihe von Zonen und Horizonte aus, für welche ich auf diese sehr wichtige Arbeit hinweisen muss.

Die Parallelisierung dieser mächtigen Schichtenfolge von Wenlock und Ludlow mit der Entwicklung im Kristianiagebiete bietet grosse Schwierigkeiten dar.

Es scheint anfangs natürlich anzunehmen, dass im unteren Teil der Wenlockschiefer und Wenlockkalk in Shropshire ungefähr den Zonen 8 a—c im Kristianiagebiete entsprechen. Besonders die Korallenrifffacies der Zone 8 c in der W.-lichen Entwicklung zeigt grosse Ähnlichkeit mit dem Wenlock Limestone, so wie ich ihn in Shropshire gesehen habe. Ich habe deshalb auch in dem speziellen Teil 8 a—b als Wenlockschiefer, 8 c als Wenlockkalk bezeichnet, ohne dass ich hiermit eine vollständige homochrone Übereinstimmung ausgedrückt haben will. Eine nähere Untersuchung zeigt nun, dass wohl die Zonen 8 a—b gewissen Teilen des Wenlock Shales entsprechen müssen, dass aber die Zone 8 c bedeutend älter als der Wenlock Limestone sein muss. Dies zeigen uns die in beiden Gebieten auftretenden Graptolithenzonen. Bei der Parallelisierung muss ja nach unseren jetzigen Kennt-

[1] In The Ludlow District nach E. M. R. WOOD noch mächtiger.

nissen das Hauptgewicht auf das Auftreten der Graptolithen gelegt werden, indem diese viel bessere und sichere Leitfossilien als die litoralen Faunen darstellen.

Nach den neuen Untersuchungen von G. L. Elles[1] über Wenlock Shales in The Welsh Borderland and E. M. R. Wood[2] über Lower Ludlow in The Ludlow District etc. können folgende Graptolithenzonen von dem unteren Teil des Wenlock Shales nach Aymestry Limestone unterschieden werden:

Wenlock
1. Zone von *Cyrtograptus Murchisoni*, Carr.
2. Zone von *Monograptus riccartonensis*, Lpw.
3. Zone von *Cyrtograptus symmetricus*, Elles.
4. Zone von *Cyrtograptus Linnarssoni*, Lpw.
5. Zone von *Cyrtograptus rigidus*, Tullb.
6. Zone von *Cyrtograptus Lundgreni*, Tullb

Lower Ludlow
1. Zone von *Monograptus vulgaris*, Wood.
2. Zone von *Monograptus Nilssoni*, Barr.
3. Zone von *Monograptus scanicus*, Tullb.
4. Zone von *Monograptus tumescens*, Wood.
5. Zone von *Monograptus leintwardinensis*, Hopk.

Während nun der Wenlockkalk 8 c im Kristianiagebiete direkt über der Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. liegt[3], scheint der Wenlock Limestone in Shropshire dagegen nach den genannten Forschern der Zone mit *Cyrtopgraptus Lundgreni*, Tullb. zu entsprechen. Man muss hieraus schliessen, dass der sogenannte Wenlock Limestone in Shropshire viel jünger als der Wenlockkalk 8 c im Kristianiagebiete ist. Dass dies richtig ist, zeigt auch ein Studium der Fauna des Wenlock Limestone, indem diese aus einer Mischung von Formen besteht, die im Kristianiagebiete teils im oberen Wenlock, teils im Ludlow vorkommen. Man könnte vielleicht annehmen, dass die Schichtenfolge zwischen diesen beiden Kalkbildungen ungefähr den zwei Zonen von *Cyrtograptus Linnarssoni*, Lpw. und *rigidus*, Tullb. entspräche. Interessanter wäre es aber bestimmen zu können, welche Zone im Kristianiagebiete mit dem Wenlock Limestone in Shropshire gleichalterig ist.

Sichere Haltepunkte für eine solche Parallelisierung zu erlangen ist schwierig, weil jüngere Graptolithenzonen als die Zone mit *Monograptus riccartonensis*, Lpw. im Kristianiagebiete fehlen, und die Litoralfaunen im Ludlow nur geringe Entwicklung zeigen.

[1] Quat. Journ., 1900, Pag. 370.
[2] Quat. Journ., 1900, Pag. 415.
[3] Da in England *M. riccartonensis*, Lpw. auch in die Zone 3 hinaufgeht, wäre es möglich, dass die Zonen 8 a—b auch die Zone 3 einbegreifen.

Die oberste Zone des Ludlow, 9 g, im Kristianiagebiete glaube ich mit dem oberen Teil der Temeside Group in Shropshire parallelisieren zu können. Die Faciesentwicklung ist ja ganz verschieden. In England augenscheinlich eine reine Brackwasserfacies, in welcher nur ganz vereinzelte marine Formen auftreten, in Norwegen dagegen eine reinere marine Facies, die oft kalkreich ist und eine Fauna besitzt, die obwohl stark verarmt nur aus marinen Formen besteht. Jedoch stimmt die Ostracodenfauna in diesen beiden Facies überraschend überein. In beiden finden sich ganz allgemein dieselben kleinen Beyrichien und dieselbe eigentümliche *Leperditia*form. Von der Übereinstimmung konnte ich mich auf einer Reise in England 1904 überzeugen. Die englischen Autoren haben sie teilweise als *Leperditia marginata*, Keys. bezeichnet; ich glaube, dass sie als eine eigene Art aufzufassen ist und habe sie *Leperditia norvegica*, nov. sp. genannt. Dieselbe Form ist auch in roten Mergeln gleich oberhalb der Tilestones bei Llandeilo von Mr. Thomas gefunden. Ich glaube, dass trotz der Faciesunterschiede diese Parallelisierung hierdurch ausserordentlich wahrscheinlich gemacht wird.

Wenn dies, wie ich glaube, richtig ist, sollte somit in Shropshire und anderen Gebieten in SW.-England mit ähnlicher Entwicklung die Schichtenfolge von der Zone mit *Cyrtograptus symmetricus*, Elles bis zu der oberen Grenze des Obersilurs der Schichtenfolge von der Zone 8 c bis 9 g im Kristianiagebiete entsprechen. Eine nähere Parallelisierung innerhalb dieser Schichtenfolge kann ich vorläufig nicht mit voller Sicherheit machen. Die folgende scheint mir am wahrscheinlichsten zu sein.

In Kristianiagebiete	In Shropshire und benachbarten Gebieten
Die Zone 8 c . . . . Die Zone 8 d	Oberer Teil von Wenlock shales.
Die Zone 9 a	Wenlock Limestone.
Die Zone 9 b	Shales above the Limestone.
Die Zone 9 c	Lower Ludlow shales.
Die Zone 9 d	Aymestry Group.
Die Zone 9 e . . . . Die Zone 9 f	Upper Ludlow Group.
Die Zone 9 g	Temeside Group.

Ich muss aber nochmals hervorheben, dass ich diese nähere Parallelisierung nicht als eine ganz sichere ansehe. Die Faunen sind besonders im oberen Teil zu einförmig, und die lokalen Faciesverhältnisse spielen augenscheinlich eine zu grosse Rolle, als dass dies genau festgestelt werden könnte.

Ich glaube somit, dass die grobklastischen Ablagerungen und die Übergänge zu der Old Red Facies früher in SW.-England als im mittleren und südlichen Teil des Kristianiagebietes angefangen haben; an diesen letzten Stellen finden sich noch kalkreiche Facies mit reinen marinen Faunen, während in England verschiedenartige sandige und tonige Ablagerungen mit Brackwasserfaunen sich bilden.

Von der obersilurischen Schichtenfolge in South Wales ist besonders das Llandovery wichtig für eine Parallelisierung mit dem Kristianiagebiete, indem hier Lower Llandovery vorhanden ist.

Bei der klassischen Lokalität Llandovery habe ich einige Exkursionen gemacht. Lower Llandovery scheint hier gewöhnlich fossilienarm zu sein; am allgemeinsten fand ich *Barrandella undata*, Sow., entweder allein oder mit *Stricklandinia lens*, Sow. zusammen. Höher hinauf in den Llandovery Series fand ich *Pentamerus oblongus*, Sow. (SO.-lich von Victoria Arms) und noch höher eine arme Fauna mit *Cyrtia exporrecta*, Dalm. Diese letztere findet sich wahrscheinlich oberst im Llandovery und entspricht wohl 7 c im Kristianiagebiete. Nach gütiger Mitteilung von Professor Hughes in Cambridge soll hier oberst auch *Stricklandinia lirata*, Sow. vorkommen. Wie man sieht, hat die Schichtenfolge hier in ihren Hauptzügen sehr bedeutende Ähnlichkeit mit derjenigen bei uns in Norwegen. Die Faunen sind nur hier in Carmarthenshire viel einförmiger und ärmer.

Viel reicher ist die Fauna in Lower Llandovery bei Haverfordwest; sie stimmt nach Marr und Roberts[1] mit der *Stricklandinia lens*-Zone (6 c) in der O.-lichen Entwicklung des Kristianiagebiets sehr gut überein. Die faunistische Übereinstimmung ist fast überraschend. Unter diesen fossilienreichen Schichten liegt eine Schichtenfolge mit sparsamen Fossilien und dann die Conglomerate Series, die Marr als den untersten Teil des Obersilurs betrachtet. Vielleicht kann sie jedoch mit der Zone 5 b im Kristianiagebiete zusammengestelt werden, die faunistisch entschieden am nächsten mit dem Untersilur zusammenhängt.

[1] J. E. Marr a. T. Roberts, The Lower Palaeozoic Rocks of the Neighbourhood of Haverfordwest (Quat Journ. Geol. Soc., 1885, Pag. 476).

3. Schottland.

Von den silurischen Gebieten in Schottland[1] bietet besonders Girvan District grosses Interesse dar, weil hier das Obersilur bedeutende Übereinstimmung mit der Entwicklung im Kristianiagebiete zeigt.

Die Schichtenfolge besteht hier nach der grundlegenden Arbeit von Ch. Lapworth[2] von einem merkwürdigen Wechsel zwischen Litoralfacies und Graptolithenfacies:

Mullock Hill Group, ca. 110 m.

1. Mullock-Hill conglomerate mit sparsamer Litoralfauna.
2. Mullock-Hill Sandstone mit reicher Litoralfauna.
3. Glenwells pale shales mit sparsamer Graptolithenfauna (Ptilograptus sp.).

Saugh Hill Group, ca. 160 m.

1. Craigskelly conglomerate mit sparsamer Litoralfauna.
2. Pentamerus Grits of Newland und Woodland Limestone mit sehr reicher Litoralfauna.
3. *Confertus*-Shales[3] mit reicher Graptolithenfauna (*Diplograptus confertus*, Nich., *Monograptus gregarius*, Lpw.).
4. Saugh-Hill Sandstones and grits ohne Fossilien.
5. *Monograptus Sedgwickii*, Beds mit reicher Graptolithenfauna (*Monograptus Sedgwickii*, Portl., *Rastrites peregrinus*, Barr. etc.).

Camregan Group, ca. 60 m.

1. *Rhynchonella* Grits mit sparsamer Litoralfauna.
2. Camregan Limestone mit reicher Litoralfauna.
3. *Rastrites maximus* Shales mit reicher Graptolithenfauna (*Rastritus maximus*, Carr., *Monograptus turriculatus*, Barr. etc.).

Penkill Group, ca. 315 m.

1. *Crossopodia* Shales
2. Penkill flags and shales
3. *Protovirgularia* grits

} mit Kriechspuren von Anneliden (?) und teilweise sparsamer Graptolithenfauna (*Monograptus exiguus*, Nich. etc.)

4. *Cyrtograptus Grayi* Mudstones mit reicher Graptolithenfauna (*Cyrtogr. Grayi*, Lpw., *Retiolites Geinitzianus*, Barr. etc.).

---

[1] Peach a. Horne, The Silurian rocks of Britain. I. Scotland. (Memoirs of the Geol. Survey. 1899).
[2] The Girvan Succession. (Quat. Journ. Geol. Soc. 1882).
[3] Peach a. Horne, Pag. 534.

Bargany Group, ca. 220 m.

1. Glenfoot pale flags and shales.
2. Blackwood beds, teilweise mit armer Litoralfauna (*Palaeocyclus* und *Pentamerus oblongus*, Sow. etc.) teilweise mit armer Graptolithenfauna (*Monograptus acus, Monogr. priodon*, Bronn.).

Straiton Group, ca. 280 m.

1. Drumyork flagstones ohne Fossilien.
2. Blair flags and shales mit reicher Graptolithenfauna (*Monograptus vomerinus*, Nich., *M. riccartonensis*, Lpw., *M. Flemingi*, Salt. etc.).
3. Knockgardener Shales mit Litoralfauna.
4. Straiton grits and conglomerates ohne Fossilien.

Bei einer näheren Parallelisierung zwischen dieser ca. 1150 m. mächtigen Schichtenfolge und dem Obersilur im Kristianiagebiete müssen in erster Linie die in beiden Gebieten auftretenden Graptolithenzonen den Ausgangspunkt bilden.

Die obersten graptolithenführenden Schichten in Straiton Group gehören dem unteren Wenlock an; sie können mit den unteren Graptolithenzonen im Malmögebiete parallelisiert werden. Da jüngere Formen wie *Monograptus riccartonensis*, Lpw., ja sogar *M. Flemingi*, Salt. erwähnt werden, ist es wohl natürlich sie nicht als die alleruntersten Schichten des Wenlock aufzufassen; die ganze Straiton Group kann wohl deshalb als Wenlock aufgefasst werden.

Die Grenze zwischen Llandovery und Wenlock kann deshalb gleich unterhalb dieser Group gesetzt werden.

Geht man weiter zurück in der Schichtenfolge, findet man in den *Cyrtograptus Grayi* Mudstones sichere Äquivalente zu dem *Retiolites*-schiefer (7 c γ) beim Mjøsen, weiter können die *Rastrites maximus* Shales mit der Zone mit *Monograptus turriculatus*, Barr. und *Petalograptus palmeus*, Barr. daselbst (7 c α) verglichen werden. Tiefere obersilurische Graptolithenzonen finden sich leider nicht im Kristianiagebiete.

Die Schichtenfolge von dem Mullock Hill conglomerate zu dem Camregan Limestone sollten hiernach den Zonen von 6 a bis zu dem oberen Teil der Zone 7 b entsprechen. Man hat hier in Girvan 3 sehr fossilienreiche Litoralzonen, nämlich von unten:

Mullock Hill Sandstone.
Pentamerus Grits of Newlands und Woodland Limestone, die ungefähr gleichalterig sind.
Camregan Limestone.

Die unterste von diesen hat eine ausgeprägte Lower Llandovery Fauna, die speziell mit der westlichen Entwicklung im Kristianiagebiete gut übereinstimmt, obwohl auch eine Reihe von Formen vorkommen, die in der östlichen auftreten. Eine lange Reihe von Formen sind gemeinsam. Mit welcher Zone in unserem Unteren Llandovery soll nun dieser Sandstein parallelisiert werden? *Stricklandinia lens*, Sow. kommt in diesem nicht vor, und es scheint im ganzen natürlich den Mullock Hill Sandstone mit dem unteren Teil der Etage 6 im Kristianiagebiete zu vergleichen (6 a—b); Mullock Hill conglomerate entspricht dann dem unteren Teil von 6 a. Ich muss jedoch hervorheben, dass einzelne Formen in dieser Mullock Hill Group im Kristianiagebiete erst in 6 c auftreten; dies kann entweder in eigenthümlichen Faciesverhältnissen begründet sein oder dadurch erklärt werden, dass diese Formen in Schottland früher als in Norwegen vorkommen.

Die reichen Faunen von Newlands und Woodland Point entsprechen dann wahrscheinlich den Faunen in dem obersten Teil des Unteren Llandovery im Kristianiagebiete. Hier kommen *Pentamerus oblongus*, Sow. mit *Stricklandinia lens*, Sow. und *Barrandella undata*, Sow. zusammen vor. Merkwürdigerweise zeigt sich auch hier schon die *Stricklandinia lirata*, Sow. Diese Form tritt aber auch in England sicher bedeutend früher als in Norwegen auf. Viel Gewicht kann wohl deshalb nicht hierauf gelegt werden. Von der übrigen Fauna könnte man erwarten speziell zwischen den *Illaenus*formen sichere Haltepunkte zu gewinnen. Hier ist aber nach Cowper Reed eine Mischung von Formen vorhanden, die bei uns teils im Unteren, teils im Oberen Llandovery auftreten.

Den Camregan Limestone parallelisiere ich dann mit einem oberen Teil der Zone 7 b. Auch hier finden sich *Pentamerus oblongus*, Sow. und *Stricklandinia lens*, Sow. In diesem Horizont findet man eine Mischung von Formen, die im norwegischen Llandovery teils in 7 b, teils in 7 c vorkommen. Erst in 7 c treten im Kristianiagebiete Formen auf wie *Cyrtia exporrecta*, Wahl. und *Spririfer plicatellus*, L. var. *radiata*. Auch *Illaenus aemulus*, Salt. zeigt sich bei uns in nahe verwandten Formen erst in 7 c. Die übrigen *Illaenus*formen in Camregan Limestone gehören dagegen der Gruppe an, die bei uns nur in 6 a bis 7 b auftritt. Die *Rastrites maximus* Shales, die gleich oberhalb dieser liegen, zeigen aber, dass sie älter als die Abteilung 7 c im Kristianiagebiete sein muss.

Nach dieser Parallelisierung scheint somit in Girvan *Pentamerus oblongus*, Sow. früher als im Kristianiagebiete aufzutreten. Sie findet

sich zum letzen Mal in der Bargany Group, die dem obersten Teil von 7 c im Kristianiagebiete entsprechen muss. Leider ist nichts näheres bekannt von dem inneren Bau dieser verschieden *Pentamerus*formen in Girvan; es wäre von grösstem Interesse zu wissen, ob sie eine ähnliche Entwicklungsreihe bilden wie die *Pentamerus oblongus*-Reihe im Kristianiagebiete.

Auch *Stricklandinia lirata*, Sow. tritt früher auf als bei uns; etwas ähnliches ist auch in Shropshire der Fall. Auch die wichtige Form *Stricklandinia lens*, Sow. zeigt eine andere geologische Verbreitung als bei uns, indem sie noch in Camregan Limestone (= 7 b) vorkommt.

Bei einer Parallelisierung zwischen Norwegen und England & Schottland kann man in dieser Weise interessante Unterschiede in dem geologischen Auftreten dieser wichtigen Leitformen nachweisen.

Die Schichtenfolge in Girvan District scheint nicht über Wenlock hinaufzugehen. Jüngere Ablagerungen in litoraler Faciesentwicklung finden sich dagegen in Northern Belt sowohl in Lanarkshire als in Pentland Hills. Die Faciesentwicklung weicht aber in diesen Gebieten so bedeutend von derjenigen im Kristianiagebiete ab, dass eine genaue Parallelisierung wohl nicht durchführbar ist.

4. Schweden.

a. Das Festland von Schweden.

Im W.-lichen Schweden liegt wie bekannt eine Reihe von Silurgebieten, in denen auch das Obersilur eine bedeutende Rolle spielt, nämlich von N. nach S.: Jemtland, Dalarne, Westergötland, Skåne.

Überblickt man die obersilurische Faciesentwicklung in diesen Gebieten von N. nach S., findet man, dass die Graptolithenfacies früher und früher anfängt. In Jemtland fängt die Graptolithenfacies im mittleren Teil des Oberen Llandovery an, in Dalarne und Vestergötland im unteren Teil des Unteren Llandovery, in Skåne endlich schon oberst im Untersilur, das hier im Gegensatz zu den nördlicheren Gebieten fast durchgehends in Graptolithenfacies entwickelt ist. Dies kann wohl nur in der Weise erklärt werden, dass das tiefe Meer allmählich von S. nach N. vordringt.

Die grösste Übereinstimmung mit den Verhältnissen im Kristianiagebiete findet man deshalb nördlichst in Jemtland[1]. Hier stimmt die Entwicklung überraschend mit derjenigen im Gebiete beim Mjøsen überein. Unterst liegt ein wenig mächtiger Quarzit mit *Phacops elliptifrons*, Esm. Er erscheint oft ganz fossilienleer, auf anderen Stellen enthält er eine arme Fauna; ausserhalb des erwähnten *Phacops* werden von Wiman keine besonders leitenden Formen erwähnt. Man muss jedoch vorläufig annehmen, dass er dem ganzen Unteren Llandovery beim Mjøsen entspricht. Hierüber folgt direkt der Pentameruskalk ganz wie beim Mjøsen. Diese Zone hat eine wechselnde Mächtigkeit; ihre Fauna ist ziemlich reichhaltig, scheinbar etwas reicher als in dem Pentameruskalk beim Mjøsen; eine Reihe von Formen kommen auf beiden Stellen vor. Über diesen Kalk, der augenscheinlich dem unteren Teil (7 a—b) des Oberen Llandovery entspricht, liegt auch hier ein Graptolithenschiefer, in welchem eine Reihe von denselben Graptolithen vorkommen, die beim Mjøsen in den Zonen 7 c α—γ sich finden. Die Übereinstimmung zwischen den zwei Gebieten ist im Llandovery so gross, dass sie als Teile eines gemeinsamen Faciesgebiets aufgefasst werden müssen.

Wiman hat in Jemtland sehr interessante Faciesveränderungen nach NW. hin nachgewiesen, wahrscheinlich etwas ähnliches wie die Veränderungen, die das Silur von dem Gebiet beim Mjøsen nach dem centralen Norwegen hin unterliegt. Das wahre Alter der Schichtenfolge dieser NW.-lichen Facies ist aber noch nicht genauer ermittelt.

In Dalarne[2] sind die echt litoralen Facies im unteren Teil des Llandovery verschwunden und von Graptolithenfacies abgelöst. Die ältesten obersilurischen Graptolithenzonen sind jedoch nicht nachgewiesen. Die Graptolithenzonen, die beim Mjøsen nachgewiesen sind, finden sich in Dalarne oberst in dem *Rastrites*schiefer und in dem *Retiolites*schiefer. Die Übereinstimmung ist sehr gross. Interessant ist, dass *Stricklandinia lirata*, Sow. in dem *Retiolites*schiefer (Sferoidskiffern) vorkommt, indem sie im Kristianiagebiete in Schichten von entsprechendem Alter allgemein ist. Der Slipsandsten ist nach der jetzigen Anschauung jünger als der Retiolitesschiefer; es scheint aber noch nicht festgestellt, ob nicht jüngere Graptolithenzonen als der Retiolitesschiefer unterhalb

[1] C. Wiman, Ueber die Silurformation in Jemtland (Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, I, 1893) und Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland (Ibidem, III. 1896).

[2] Von der umfangreichen Literatur über die Silurformation in Dalarne siehe besonders: S. L. Törnquist, Öfversigt öfver bergbygnaden inom Siljanområdet i Dalarne. (Sveriges Geol. Unders., C, 57, 1883). — Schmalensee, Om lagerföljden inom Dalarnes Silurområden. (Geol. Fören. i Stockh. Förh. 1892).

des Slipsandsten verborgen sind. SCHMALENSEE's Fund von *Monograptus scanicus*, TULLB. direkt unterhalb dieses Sandsteins deutet hierauf; man steht aber zweifelhaft diesem vereinzelten Fund gegenüber, und es scheint vorläufig am wahrscheinlichsten anzunehmen, dass die Bildung des Slipsandsten im Wenlock angefangen hat. Eine Parallelisierung mit dem unteren Teil des Brumunddalssandsteins fällt dann natürlich, wie auch BJØRLYKKE schon hervorgehoben hat.

Diese Parallelisierung mit Dalarne passt auch für Vestergötland; hier sind jedoch, wie bekannt, keine jüngeren Schichten als der *Retiolites*-schiefer bekannt.

In Skåne ist ja die obersilurische Schichtenfolge in grosser Vollständigkeit erhalten. Die Graptolithenfacies setzt sich im Vergleich mit der üblichen englischen Einteilung in Lower Ludlow fort, und in diese lange Reihe von Graptolithenzonen fügen sich die im Kristianiagebiete auftretenden mit Leichtigkeit ein. Hierüber brauche ich keine Worte zu verlieren. Oberhalb des *Cardiola*schiefers, der nach den vorkommenden Graptolithen den englischen Zonen mit *Monograptus Nilssoni*, BARR. und *M. scanicus*, TULLB. entspricht, folgen die fossilienreichen Sedimente mit litoraler Entwicklung, die als die jüngeren obersilurischen Bildungen in Skåne bekannt sind; es sind die Schiefer und Sandsteine von Klinta, Bjersjölagård, Övedskloster und Ramsåsa. Sie sind in neuerer Zeit von K. A. GRÖNWALL studiert worden. Ich stelle nach den neueren Untersuchungen in England den Cardiolaschiefer höher in der Schichtenfolge als GRÖNWALL, nämlich, wie schon hervorgehoben, in Lower Ludlow Shales anstatt in Wenlock. Der unterste Teil der Litoralfacies ist hiernach ungefähr mit dem Aymestry Limestone oder der Zone 9 d im Kristianiagebiete zu parallelisieren. Was die Parallelisierung sonst betrifft, kann ich mich in der Hauptsache der Auffassung von GRÖNWALL anschliesen.

b. Gotland.

Der Streit, der lange Zeit über die Schichtenfolge auf Gotland geführt ist, kann natürlich nicht ohne fortgesetzte Detailuntersuchungen vollständig gelöst werden. Soviel geht doch schon jetzt nach den neuen Mitteilungen und Arbeiten von G. HOLM[1] und speziell H. MUNTHE[2] hervor, dass die Anschauung von FR. SCHMIDT in der Hauptbetrachtung

[1] Eine ganz kurze Mitteilung in „Upplysningar till Geol. Öfversigtskarta öfver Sveriges berggrund". (Sver. geol. unders. Ser. B a, No. 6, 1901, Pag. 37).

[2] Stratigrafiska studier öfver Gotlands silurlager. (Geol. Fören. Stockh. Förh., Bd. 24, 1902, Pag. 221). — Vortrag über „Stratigrafien inom Syd-Gotlands Silur" mit Discussion. (Ibidem, Bd. 29, 1907, Pag. 130).

richtig ist. Hiermit ist eine neue Periode in dem Studium dieser überaus interessanten obersilurischen Insel eingeleitet.

MUNTHE will sich noch nicht über die vollen Konsequenzen seiner Untersuchungen über die gesamte Schichtenfolge Gotlands aussprechen; er meint, dass die Tektonik und Stratigrafi noch in so wesentlichen Punkten unerforscht ist, dass eine Parallelisierung auf Basis der vorhandenen Literatur sich nicht lohnen wird. Hierin hat er wohl recht, besonders weil das ältere Verzeichnis von G. LINDSTRÖM[1] über die Fossilien in den verschiedenen Zonen jetzt in wichtigen Punkten unbrauchbar ist. Ich will deshalb nicht in Details gehen, nur einige Hauptpunkte hervorheben, die mir nach den Verhältnissen im Kristianiagebiete sicher erscheinen.

Die zwei unteren Zonen bei Wisby, a—b nach LINDSTRÖMS[2] Einteilung, können mit Leichtigkeit parallelisiert werden; der *Stricklandinia*mergel (b) muss ziemlich genau der Zone 7 c β in der W.-lichen Entwicklung des Kristianiagebiets entsprechen. Gemeinsam sind wichtige Formen wie *Palaeocyclus porpita*, L., *Stricklandinia lirata*, Sow. und *Bronteus platyactin*, ANG. Auch die darunterliegende Zone a auf Gotland steht faunistisch sehr nahe und kann sicher mit dem unteren Teil der Abteilung 7 c parallelisiert werden. Ich kann z. B. anführen, dass die eigentümlich Heliolitidenfauna in a in merkwürdig übereinstimmender Weise in unseren Zonen 7 c α—β sich findet; ich nenne spezialisierte Formen wie *Propora minima*, LDM., *Plasmopora reticulata*, LDM. und *Heliolites fasciatus*, LDM. Eigentümlich genug ist roter Schiefer auch im Kristianiagebiete in ähnlichen Horizonten allgemein.

Beide diese untersten Zonen auf Gotland repräsentieren also einen oberen Teil von dem Oberen Llandovery. Die Schichtenfolge auf Gotland beginnt somit mit bedeutend jüngeren Schichten, als viele Forscher früher angenommen haben. G. LINDSTRÖM spricht sich sehr vorsichtig aus. Er stellt seine Zone b in Upper Llandovery und gibt für a nur an, dass sie als „Llandovery" aufzufassen sei; mit Fragezeichen parallelisiert er sie jedoch mit den *Esthonus*schichten in Estland. Dass sie in Wirklichkeit noch jünger ist, werde ich bei der Besprechung von Estland zeigen. Noch missweisender ist jedoch die Auffassung von FR. SCHMINDT[3], indem er sie mit seinen Zonen G

[1] List of fossil faunas of Sweden, II, 1888.
[2] Ueber die Schichtenfolge des Silur auf d. Insel Gotland. (N. J. f. Min. 1888).
[3] On the Silurian Strata of Baltic Provinces (Quat. Journ. 1882). — Bemerkung über d. balt. Obersilur (Bull. d. l'Acad. St. Pet. 1892).

1—3 parallelisiert. Die Etage G stellt er nun in das Untere Llandovery und bekommt in dieser Weise ein ähnliches Alter für die untersten Schichten auf Gotland. Eine Reihe von Forschern scheint in Übereinstimmung hiermit anzunehmen, dass die gotländische Schichtenfolge auch das untere Llandovery einfasst, ja selbst ein so hervorragender Kenner wie FR. FRECH[1] schein dieselbe Auffassung zu haben.

Wenden wir uns jetzt zu den höheren Zonen, begegnet uns sofort die alte Frage nach dem Alter der von LINDSTRÖM mit c bezeichneten Schichten. LINDSTRÖM[2] stellt 5 verschiedene Faunen (c_{1-5}) auf, die nach seiner Auffassung nur verschiedene Facies ein und derselben Zone darstellen und deshalb gleichalterig sind. F. SCHMIDT meint dagegen, dass sie nacheinanderfolgende Teile einer Schichtenfolge darstellen, und dass c_1 in dieser die älteste, c_5 die jüngste Zone bildet. MUNTHE will in seinen Arbeiten noch nicht näher auf diese Frage eingehen; nach den Verhältnissen im Kristianiagebiete scheint es mir aber ganz sicher, dass die meisten ganz verschiedenen Alters sind, und dass somit SCHMIDT hier in der Hauptsache Recht bekommen hat.

Die Schichten c_1 bei Wisby müssen natürlicherweise, wie alle angenommen haben, als unteres Wenlock aufgefasst werden; sie scheinen nämlich direkt auf den *Stricklandinia*mergel zu folgen. Die Schichten c_2 bei Westergarn scheinen nahe übereinzustimmen; ob sie gleichalterig oder etwas jünger sind, kann ich vorläufig nicht sicher bestimmen. Jedenfalls findet man die Faunen in diesen Schichten c_{1-2} im Kristianiagebiete in den Zonen 8 a—b (westlicher Entwicklung) wieder.

Eine lange Reihe von gemeinsamen Formen können angeführt werden; von wichtigen Leitfossilien nenne ich:

Palaeocyclus porpita, L. Gotland: c_1. Norwegen 7 c β—8 b.
Strophomena Walmstedti, LDM. Gotland: c_1. Norwegen: 8 b (auch in älteren Schichten).
Cyrtia exporrecta, WAHL. Gotland: c_{1-2} (auch höher). Norwegen: 7 c γ—8 a, besonders in 8 a.
Leperditia Hisingeri, SCHM. Gotland: c_{1-2}. Norwegen: 8 b.
Encrinurus laevis, ANG. Gotland: c_1. Norwegen: 8 a—d, besonders in 8 a.

---

[1] Lethaea palaeozoica, II, 1, Pag. 104).
[2] Besonders: Anteckningar om silurlagren på Carlsöerna (Öfversigt Vet. Akad. Handl., 30, 1882, 3, Pag. 5). — Ueber die Schichtenfolge des Silur auf der Insel Gotland (N. Jahrb. f. Min. 1888. Pag. 147).

Die Schichten c von Carlsö sind wahrscheinlich etwas jünger; dies ist aber entschieden mit den Schichten c_3 bei Fröjel und Eksta u. s. w. der Fall. Hier kommen schon *Rhynchonella nucula*, Sow. und *Rh. Wilsoni*, Sow. vor, während *Phacops Stokesi*, Salt. verschwunden zu sein scheint. *Glassia obovata*, Sow. liegt bei uns in den Übergangsschichten von 8 b zu 8 c. Noch wichtiger sind aber die gefundenen Graptolithen: nach Linnarsson[1], Holm[2] und Wiman[3] sind die folgenden Formen hier gefunden: *Monograptus priodon*, Bronn., *M. Flemingii*, Salt., *M. dubius*, Suess., und *Retiolites nassa*, Holm. Diese Reste einer Graptolithenfauna zeigen ohne Zweifel, dass die Schichten c_3 nach englischer Einteilung im oberen Teil des Wenlock liegen. Ich parallelisiere sie ungefähr mit der Zone 8 d im Kristianiagebiete. Bei Wisby sind auch sehr sparsame Graptolithen gefunden, nämlich *Retiolites Geinitzianus*, Barr. in c_1, und *Monograptus spiralis*, var. *subconicus*, Tullb. wahrscheinlich in b. Wie man sieht Spuren von viel älteren Graptolithenfaunen; die letztere ist ja überaus charakteristisch für den oberen Teil von 7 c, die erstere findet sich noch im untersten Wenlock im Kristianiagebiete.

Die Fauna endlich von Petesvik—Hablingbo (c_4) ist gewiss noch entschieden jünger. Verglichen mit der norwegischen Schichtenfolge gehören sie sicher Ludlow (unteren Teil) an, was auch aus Munthes Untersuchungen bei Lau etc. hervorgeht. Formen wie *Spirifer Schmidti*, Ldm., *Pentamerus conchidium*, L., *Chonetes striatella*, Dalm. und *Dayia navicula*, Sow. sprechen hier deutlich genug. Bei Lau wird sie von den Schichten d, die hier auch reich an *Dayia navicula*, Sow. sind, überlagert und können mit diesen zusammen sehr wahrscheinlich mit der Aymestry Group in Shropshire parallelisiert werden. Es scheint aber nach Munthe, dass die von Lindström als c_4 bezeichneten Schichten nicht alle ein und demselben Horizont angehören.

Die Sandstein-Fauna (c_5) ist auch sicherlich ins Ludlow zu setzen und ist, wie Munthe andeutet, vielleicht gleichalterig mit den Schichten d bei Lau. Hiergegen spricht nicht der Fund von *Monograptus dubius*, Suess., der ja in England vom mittleren Wenlock in Lower Ludlow hinaufgeht.

Die von Lindström als d bezeichneten Schichten gehören sicherlich auch einer Reihe von ganz verschiedenen Zonen an. In der Wisby-

[1] Om Gotlands Graptoliter (Öfvers. Vet. Akad. Handl. 1879).
[2] Gotlands Graptoliter (Bih. Vet. Akad. Handl., 16, 1890).
[3] Ueber *Monograptus* (Bull. geol. Instit. of Upsala, I, 1893).

Gegend können sie ungefähr mit dem oberen Teil der Etage 8 bei uns verglichen werden; übereinstimmende *Hypanthocrinus*formen treten in beiden Gebieten auf; besonders hebe ich aber als charakteristisch die *Atrypa Angelini*, Ldm. hervor. Im S.-lichen und SO.-lichen Teil der Insel gehören aber, wie aus den Untersuchungen von Munthe klar hervorgeht, die hier von Lindström als d angesehenen Schichten dem Ludlow an und können, wie Munthe meint, mit der Aymestry Group in Shropshire parallelisiert werden. Wahrscheinlich wird man die Schichten der Zone d von Lindström in noch mehr Horizonte verteilen müssen, die dann teilweise mit Schieferfacies von c homochron sein können.

Zwischen dem Sandstein und Oolith, die nach Munthe ungefähr gleichalterig mit d und e sind, wurden stellenweise konglomeratartige Schichten konstatiert, die als reine Uferbildungen betrachtet werden können und von grösstem Interesse sind.

Was die von Munthe besprochenen jüngsten Schichten in S.-Gotland betrifft, kann wohl vorläufig keine sichere Parallelisierung mit den Zonen im Kristianiagebiete durchgeführt werden. Der Ostracodenkalk mit *Leperditia phaseolus*, His. gibt wohl eine Andeutung, indem diese wichtige Form in Norwegen nur in den Zonen 9 b—d auftritt. Oberst in 9 d findet man bei uns lokale Riffkalke, in denen mächtige *Crotalocrinus*ähnliche Stielglieder allgemein sind; in derselben Zone ist auch *Megalomus Gotlandicus*, Ldm. nachgewiesen. Wahrscheinlich schliesst deshalb die Schichtenfolge auf Gotland mit Schichten ab, die mit unseren Zonen 9 d oder e zu vergleichen sind. Wie die jüngsten Schichten auf S.-Gotland sich zu denjenigen auf N.-Gotland verhalten, darüber darf ich mich nicht aussprechen. Ich muss hier auf eine kurze Bemerkung von G. Holm in „Upplysningar til geolog. Öfversigtskarta etc.“ und auf die Andeutungen in dem Vortrag von Munthe und in der nachfolgenden Diskussion hinweisen.

Es ist natürlich ausserordentlich schwierig, nur auf Grundlage der vorhandenen Literatur eine sichere Parallelisierung mit der sicherlich sehr abwechslungsreichen und komplicierten Schichtenfolge auf Gotland durchzuführen, und dies um so mehr, als eine erneuerte, stratigraphische Untersuchung dieser interessanten Insel soeben angefangen hat. Ich habe denn auch im vorhergehenden nur diejenigen Punkte hervorheben wollen, die bei einem Vergleich mit dem Kristianiagebiete vorläufig für die Bestimmung der gotländischen Schichtenfolge vielleicht von Bedeutung wären.

5. Estland.

Auf einer Reise in Estland 1896 hatte ich Gelegenheit, unter der ausserordentlich angenehmen und lehrreichen Führung von Herrn Akademiker Fr. Schmidt die meisten Punkte zu besuchen, die für die Kenntnis der obersilurischen Schichtenfolge in diesem besonders interessanten Silurgebiete wichtig sind. Ich hatte damals leider keine eingehende Kenntnis des norwegischen Obersilurs. Trotzdem war mir natürlich diese Reise von grossem Nutzen für meine späteren Studien.

Der oberste Teil des Untersilurs zeigt, wie von W. C. Brøgger und mir selbst in mehreren Arbeiten nachgewiesen, sehr grosse Übereinstimmung in Estland und dem Kristianiagebiete. Dies ist nun auch im Llandovery der Fall. Merkwürdigerweise scheint aber das Untere Landovery fast vollständig in Estland zu fehlen.

Fr. Schmidt[1] unterscheidet, wie bekannt, im unteren Teil des Obersilurs folgende Abteilungen:

G_1. Die Jördenschen Schichten, 6—10 m.
G_2. Die Borealisbank, ca. 12 m.
G_3. Die Raiküllschen Schichten, ca. 30 m.
H. Die *Pentamerus estonus*-Zone.

Von grösster Wichtigheit bei der Parallelisierung ist das in beiden Gebieten übereinstimmende Auftreten von den wichtigen Formen der *Pentamerus oblongus*-Reihe: *Pentamerus borealis*, Eichw., *Pentamerus estonus*, Eichw. und *oblongus*, Sow. Der *Pentamerus borealis*, Eichw., der in Estland die Muschelbänke in G_2 bildet, liegt bei uns in ebenso schönen und noch reicheren Formationen besonders im oberen Teil der Zone 7 a auf Ringerike und Hadeland. In der O.-lichen Entwicklung tritt er auch stellenweise (Asker) im oberen Teil der Zone 6 c β auf, also in den obersten Schichten des Unteren Llandovery. Nach diesem Auftreten könnte man die Borealisbank G_2 entweder mit 6 c β oder 7 a vergleichen; die Fauna in G_1 spricht aber entschieden für 7 a. In beiden Gebieten tritt nämlich hier ganz allgemein eine mit *Leperditia Hisingeri*, Schm. verwandte Form auf; ich habe sie als Lep. *Hisingeri-abbreviata*, Fr. Schm. bezeichnet, indem sie wahrscheinlich eine Stammform dieser beiden repräsentiert. Von anderen gemeinsamen Formen

[1] Besonders: Uebersicht der ostbalt. silur. Formation in Estland etc. in Revision der ostbalt. Trilobiten, I (Mem. l'Acad. d. Sc. d. St. Petersb. XXX, 1881). — On the Silurian Strata of Russia (Quat. Journ. Geol. Soc. 1882). – Einige Bemerk. über das baltische Obersilur etc. (Melanges geol. du Bull. l'Acad. d. Sc, d. St. Petersb. I, 1891).

nenne ich *Strophomena* cf. *pecten*, L. *Barrandella undata*, Sow. und *Phacops elliptifrons*, Esm. Ich glaube deshalb, dass G_{1-2} ziemlich genau unserer Zone 7 a entsprechen.

Die Raiküllschen Schichten G_3 bestehen aus petrefaktenarmen, oft dolomitischen Plattenkalken, die oben stellenweise korallenreich sind. Auch hier findet sich *Phacops elleptifrons*, Esm.; diese Form geht im Kristianiagebiete in 7 b hinauf und spricht somit nicht, wie Fr. Schmidt meint, für Unteres Llandovery. Die Fauna unterscheidet sich überhaupt wenig von derjenigen in G_1. Eine hiermit ganz übereinstimmende Facies ist nicht in Norwegen vorhanden; dagegen ist die Übereinstimmung zwischen der Abteilung H in Estland und unserer Zone 7 b stark hervortretend, wie schon Fr. Schmidt hervorgehoben hat. Der estländische *Pentamerus estonus*, Eichw. steht den Formen von *Pentamerus oblongus*, Sow. in 7 b $\alpha-\beta$ sehr nahe; vollständig typische Exemplare dieser letzeren Form soll nach Schmidt auch in H vorkommen. In der übrigen Fauna findet man eine ganze Reihe von übereinstimmenden Formen; ich hebe besonders die typische *Leperditia abbreviata*, Fr. Schm. hervor, die in beiden Silur-Gebieten ganz besonders charakteristisch für diese Schichten ist. Der in Norwegen besonders in 7 b auftretende *Illaenus longispinosus*, Kiær steht dem estländischen *Il. proles*, Holm in H sehr nahe und kann sicherlich als eine vikariierende Form aufgefasst werden.

Die estländische Zone H kann hiernach mit unserer Zone 7 b β parallelisiert werden; G_3 muss dann mit dem unteren Teil der Zone 7 b verglichen werden; sie hat etwas abweichende Facies von der im Kristianiagebiete auftretenden.

Wie man sieht, muss ich die Schichtenfolge G_1—H in Estland mit unseren Zonen 7 a—b parallelisieren. Dies kann überraschend erscheinen, weil ja die Konsequenzen hiervon sind, dass in Estland Schichten vom Alter des Unteren Llandovery nicht auftreten. Drei Möglichkeiten können gedacht werden: 1) Schichten des Unteren Llandovery sind vorhanden, aber nicht aufgeschlossen. Dies ist jedoch nicht wahrscheinlich, da auf mehreren Stellen Entblössungen der Zonen G_1 und F_2 dicht beieinander liegen. 2) Es fand im Unteren Llandovery eine so starke Verminderung der Sedimentbildung statt, dass Ablagerungen von diesem Zeitabschnitt hier scheinbar fehlen. 3) Das Obere Llandovery liegt diskordant auf untersilurischen Schichten. Dies scheint vorläufig am wahrscheinlichsten zu sein, obwohl die zweite Lösung auch ganz gut denkbar ist. Herr Akademiker Fr. Schmidt hat mir auch in einem Brief mitgeteilt, dass er hiermit

einverstanden ist, indem in der Gegend von Borkholm ein Break zwischen F und G wahrscheinlich erscheint, obwohl ein solcher nicht sehr deutlich nachweisbar ist.

Nach dem, was ich für Gotland nachgewiesen habe, sind diese älteren obersilurischen Zonen G_1—H in Estland älter als die ganze Schichtenfolge auf Gotland; der Parallelisierung von FR. SCHMIDT kann ich somit in dieser Beziehung nicht beitreten.

Wenden wir uns jetzt zu den jüngeren Schichten des Obersilurs, so ist es deutlich, dass die Abteilung I (Untere Ösel Gruppe) hauptsächlich dem Wenlock entspricht. Dies ist auch immer von FR. SCHMIDT hervorgehoben.

Wahrscheinlich können jedoch die untersten Schichten von I mit der Abteilung 7 c bei uns — Tarannon nach der englichen Einteilung — parallelisiert werden. In solchen hat nämlich SCHMIDT auf der Insel Keinast *Pentamerus estonus*, EICHW. (?) und *Palaeocyclus porpita*, L. gefunden. Ein ähnlicher Gedanke wird auch von SCHMIDT in seiner Arbeit vom Jahre 1891 geäussert.

Nach der Schilderung von SCHMIDT können in I drei Unterabteilungen unterschieden werden. Unterst liegen fossilienreiche Mergel mit Kalkbänken: in der reichen Fauna kommt die typische *Cyrtia exporrecta*, WAHL zahlreich vor. Diese Schichten können wohl ganz natürlich mit unserer *Cyrtia exporrecta* Zone (8 a) verglichen werden. Hierüber liegen mächtige Dolomitbänke, die sehr schön in den öselschen Felsküsten zu sehen sind. Gewöhnlich sind Fossilien schwierig zu erkennen; stellenweise sind die Schichten kalkreicher und enthalten Mengen von Bryozoen und Crinoidenresten und verschiedene Brachiopoden, von denen *Rhynchonella cuneata*, DALM. hervorzuheben ist. Mit diesen Schichten parallelisiere ich die Zonen 8 b—c in Norwegen; 8 c konnte ich ja gerade als die Zone mit *Rhynchonella cuneata*, DALM. bezeichnen.

Hierüber folgt eine deutliche Stufe, die den obersten Teil von I bildet, und in der die *Leperditia baltica*. HIS. auf mehreren Stellen gefunden ist. Diese Schichten muss ich mit den Zonen 8 d bis 9 a vergleichen. SCHMIDT parallelisiert sie ungefähr mit dem englischen Wenlockkalk, womit ich ganz einverstanden bin. *Halysites* kommt in Estland in diesem obersten Teil von I zum letzten Mal vor; im Kristianiagebiete geht sie viel höher, in Schichten, die mit dem oberen Teil der Abteilung K zu vergleichen sind.

Die oberen Öselschichten — K — werden bekanntlich von FR. SCHMIDT in zwei Unterabteilungen geteilt. In der unteren liegen erst

dünngeschichtete, gelbliche Plattenkalke, die stellenweise fast fossilienleer sind, stellenweise die interessante *Eurypterus*-Fauna enthalten. Bei Wesiko liegen oberst in den *Eurypterus*schichten dünne Kalkplatten mit Mengen von *Leperditia phaseolus*, His. und *Platyschisma helicoides*, Sow. (?). Dann folgen gelbliche sehr fossilienreiche Kalke mit Korallen, Brachiopoden, Lamellibranchiaten etc. (*Ilionia*- oder *Didyma*-Kalk), die in Dolomitenbänke übergehen können. Hierher gehören die reichen Faunen von Koggul und Hoheneichen. Sie enthalten oft Mengen von kleinen Konkretionen, die sich als kleine Knollen von *Solenopora* sp. erweisen oder auch stromatoporoider Natur sind. Die letzteren entsprechen vollständig den kleinen stromatoporoiden Knollen, die sich so reichlich bei uns in der Zone 9 b, aber auch höher — speziell in 9 c — finden.

Dieser untere Teil von K lässt sich ohne Schwierigkeit mit unseren Zonen 9 b—c vergleichen. Gerade 9 b ist ja bei uns die *Leperditia phaseolus*-Zone, in der diese Form überall mehr oder weniger häufig, oft in überaus reichen Formationen auftritt. Auch die petrographische Entwicklung zeigt bei uns Ähnlichkeit mit derjenigen in Estland; die *Eurypterus*fauna scheint jedoch vollständig zu fehlen. Unsere Zone 9 c wäre dann ungefähr gleichalterig mit den oberen gelben, fossilienreichen Kalken. Sie tritt ja bei uns in sehr verschiedenen Facies auf; in der östlichen Entwicklung ist sie sehr fossilienreich und enthält dicke Korallenhorizonte; wahrscheinlich muss aber auch unsere Zone 9 d mit diesen Schichten in Estland parallelisiert werden, indem mehrere Formen, die Fr. Schmidt nennt, hier erst bei uns sich finden, z. B. *Megalomus Gotlandicus*, Ldm. Der obere Teil von K endlich mit seinen grauen und rötlichen Kalkschichten, die besonders reich an *Chonetes striatella*, Dalm. *Rhynchonella nucula*, Sow., *Spirifer elevatus*, His. var., Beyrichien, u. s. w. sehe ich als gleichalterig mit unseren Zonen 9 d (p. p.) und 9 e an. Eine grosse Reihe von Formen sind gemeinsam. Freilich sind die Fischreste bei uns nicht gefunden; das zahlreiche Auftreten von diesen ist aber sicherlich eine ganz lokale Erscheinung und hat deshalb keine besondere stratigraphische Bedeutung. Eigentümlich für Norwegen ist unter anderem das geologische Auftreten von *Leperditia baltica*, His., die nicht nur in Schichten gleichalterig mit dem obersten Teil von I auftritt, sondern auch in allen folgenden Ludlowzonen [mit Ausnahme der letzten sich findet.

Ich glaube somit, dass die obersilurische Schichtenfolge in Estland mit Schichten abschliesst, die ungefähr mit der Zone 9 e im Kristianiagebiete zu parallelisieren sind. Wie auf Gotland lässt sich dies nicht

ganz genau bestimmen; dazu sind die oberen Faunen des Ludlow augenscheinlich zu wenig charakteristisch, indem überall mehr Faciesunterschiede als wirkliche phylogenetische Faunaentwicklung die Unterschiede zwischen den verschiedenen Faunen bestimmen. Möglicherweise muss deshalb auch die Zone 9 f bei uns mitgenommen werden. Ich glaube aber, dass jedenfalls Äquivalente zu unseren jüngsten Ludlowschichten in diesen östlichen Silurgebieten bis jetzt nicht gefunden sind.

In dieser Verbindung muss ich auch hervorheben, dass in Estland, wo Aufschlüsse speziell im inneren Teil des Festlandes oft selten sind, augenscheinlich mehrere Teile der Schichtenfolge noch wenig bekannt sind. Dies scheint z. B. der Fall zu sein mit den Übergangsschichten zwischen H und I und auch zwischen I und K.

Wie man sieht, lässt sich die obersilurische Schichtenfolge in Estland viel leichter als das Obersilur auf Gotland mit derjenigen im Kristianiagebiete vergleichen. Teilweise beruht dies auf der noch nicht durchgeführten Untersuchung von Gotlands Stratigraphie, teilweise aber sicherlich auch darauf, dass man auf Gotland eine viel mehr komplicierte und abwechslungsreiche Entwicklung vor sich hat.

Rückblick.

Die Entwicklung des Obersilurs im Kristianiagebiete im Verhältnis zu den übrigen, wichtigeren Gebieten mit litoraler[1] Facies in Nordeuropa ist im vorhergehenden dargestellt. Klar tritt hierdurch die grosse Bedeutung unseres Obersilurs hervor, indem es eine sichrere und mehr detaillierte Parallelisierung zwischen den verschiedenen nordeuropäischen Gebieten als früher ermöglicht. Die Entwicklung im Kristianiagebiete bildet nämlich eine vollständigere Schichtenfolge von litoralen Facies als in irgend einem anderen Silurgebiete in Nordeuropa, und entsprechend der geographischen Lage ungefähr in der Mitte zwischen den baltischen und englisch-schottischen Gebieten treten hier wichtige faunistische Eigentümlichkeiten, die sonst nur im O. oder im W. bekannt waren, zusammen auf.

So haben wir im Llandovery das massenhafte Auftreten von *Stricklandinia lens,* Sow., die so charakteristisch für die westliche Entwicklung in England und Schottland ist. Auch die reiche *Illaenus-* und *Bumastus-*Fauna, die in diesem unteren Teil auftritt, ist mehr

[1] Mit litoraler Facies bezeichne ich wie überall in dieser Arbeit sowohl die Facies der Uferzone als diejenigen der Flachsee.

Übersicht der Parallelisierung von den besprochenen obersilurischen Gebieten in Nordeuropa. I. Die W.-lichen Gebiete.

Haverfordwest.	South-Wales (Llandovery & Llandeilo).	Shropshire.	Schottland (Girvan).	Bergensgebiet u. Trondhjemsgebiet.	Kristianiagebiet.		
The Conglomerate Series (wahrscheinlich = 5 b in Norwegen). Lower Llandovery Beds.	Bei Llandovery: Lower Llandovery.	Fehlt.	Mullock Hill Group.	Wahrscheinlich schieferreiche Ablagerungen (?).	Zone 6 a.		Unteres Llandovery.
				Stricklandinia-Schichten im Gebiete bei Bergen.	Zone 6 b.		
			Saugh Hill Group.		Zone 6 c.		
	Upper Llandovery mit *Pentamerus oblongus*, Sow.	Conglomerates & Grits *Pentamerus*- Lmst. Purple Shale.		*Rastrites*-Schiefer in beiden Gebieten.	Zone 7 a.		Oberes Llandovery.
			Camregan Group.		Zone 7 b.	α. β.	
	Upper Llandovery mit *Stricklandinia lirata*, Sow. u. *Cyrtia exporrecta*, Wahl.		Penkill Group. Bargany Group.	Noch nicht näher bekannt.	Zone 7 c	α. β. γ. δ.[1]	
	Bei Llandeilo: Wenlock Shales. Sandstones.	Wenlock Shale.	Straiton Group.		Zone 8 a.		Wenlock.
					Zone 8 b.		
					Zone 8 c.		
					Zone 8 d.		
		Wenlock Limestone. Shale above the Lmst.	Obere Grenze unsicher.		Zone 9 a.		Ludlow.
					Zone 9 b.		
	Ludlow Shales and Sandstones.	Lower Ludlow Shale. Aymestry Group. Upper Ludlow Group.	Fehlt in Girvan.		Zone 9 c.		
					Zone 9 d.		
					Zone 9 e.		
					Zone 9 f.		
	Tilestones and Red Merles	Temeside Group.			Zone 9 g.		

[1] δ = oberster Teil von 7 c beim Mjøsen.

Übersicht der Parallelisierung von den besprochenen obersilurischen Gebieten in Nordeuropa. II. Die O.-lichen Gebieten.

Kristianiagebiet.			Jemtland.	Dalarne.	Vestergötland.	Skåne.	Gotland.		Estland.
Unteres Llandovery.	Zone 6 a.		Quarzit mit *Phacops ellepti-frons*, Esm.						Nicht bekannt.
	Zone 6 b.			*Rastrites*-schiefer.	*Rastrites*-schiefer.	*Rastrites*-schiefer.	Nicht bekannt.		
	Zone 6 c.								
Oberes Llandovery.	Zone 7 a.		*Pentamerus*-kalk.						Gruppe G.
	Zone 7 b	α. β.							Gruppe H.
	Zone 7 c	α. β. γ. δ.[1]	Graptolithen-schiefer.	*Retiolites*-schiefer.	*Retiolites*-schiefer.	*Retiolites*-schiefer.	a. Roter Mergelschiefer. b. *Stricklandinia*-Mergel.		
Wenlock.	Zone 8 a.						c_{1-2}	Die wahre Schichtenfolge ist noch nicht sicher bekannt.	Gruppe I.
	Zone 8 b.								
	Zone 8 c.					*Cyrtograptus*-schiefer.	d in N.		
	Zone 8 d.						c_3		
Ludlow.	Zone 9 a.			Slipsandsten.					
	Zone 9 b.		Nicht bekannt.	Obere Grenze unsicher.					
	Zone 9 c.					*Cardiola*-schiefer.	c_4 d in S. c_5 Oolith in S.		Gruppe K.
	Zone 9 d.						e		
	Zone 9 e.					Die jüngsten obersilurischen Bildungen.	f. g. h.		
	Zone 9 f.						Wahrscheinlich nicht vorhanden.		Wahrscheinlich nicht vorhanden.
	Zone 9 g.								

[1] δ = oberster Teil von 7 c beim Mjøsen.

eigentümlich für die westliche Entwicklung als für das baltische Obersilur im O. Zur selben Zeit tritt bei uns sowohl im Llandovery als im Wenlock-Ludlow die reiche *Leperditia*-Fauna auf, die so charakteristisch für das baltische Obersilur erscheint, und von welcher scheinbar nur einzelne Formen weiter nach W. hervordringen. Auch eine Reihe von anderen Crustaceen z. B. mehrere *Bronteus*-Formen haben ihre Westgrenze im Kristianiagebiete.

Trotz der einheitlichen Entwicklung des nordeuropäischen Obersilurs, die so stark und deutlich hervortritt, existieren also wirklich einige Unterschiede der Fauna im W. und O., die kaum allein durch Faciesunterschiede erklärt werden können. Die meisten anderen sind dagegen sicherlich einfach durch Unterschiede in der Faciesentwicklung verursacht.

Es war ursprünglich mein Gedanke, auf Grundlage meiner Parallelisierung zwischen den obersilurischen Gebieten in Nordeuropa eine einheitliche Skizze des nordeuropäischen Obersilurs zu versuchen. Viele Momente für eine solche liegen ja fertig zum Gebrauch; aber noch sind so viele wichtige Punkte unsicher, dass ich diese interessante Aufgabe noch aufschieben muss. Ich begnüge mich deshalb hier mit diesen kurzen Andeutungen.

Wegen der Vollständigkeit der litoralen Faciesentwicklung unseres Obersilurs konnte bei uns eine Zwei- und Vier-Teilung des Obersilurs durchgeführt werden, die meiner Meinung nach mit Rücksicht auf die Entwicklung der litoralen Faunen natürlicher erscheint als die sonst gebräuchliche. Ich muss besonders hervorheben, dass die Grenze zwischen Wenlock und Ludlow in litoraler Entwicklung tiefer als vorher verlegt werden musste. Ich weise auf die Übersichtstabellen meiner Parallelisierung hin. Dies ist näher besprochen in dem Abschnitt IX, in welchem ich die Entwicklung unserer obersilurischen Fauna behandelt habe.

XII.

KURZE BESCHREIBUNGEN

VON

EINIGEN NEUEN ILLAENUS- UND BUMASTUS-FORMEN UND EINER NEUEN LEPERDITIA.

In meiner Arbeit habe ich eine Reihe neuer Formen von *Illaenus* und *Bumastus*, die eine wichtige Rolle als Leitfossilien spielen, vielmals erwähnt. Ich beabsichtige in nächster Zukunft eine eingehende monographische Beschreibung dieser interessanten Formen zu geben; es scheint jedoch zweckmässig, schon hier kurze, vorläufige Beschreibungen mitzuteilen. Gleichzeitig gebe ich eine kurze Beschreibung der neuen *Leperditia*, die für die jüngste Ludlowzone so charakteristisch erscheint.

Illaenus, Dalm.

Alle bis jetzt bekannten obersilurischen *Illaenus*-Formen gehören einem Formenkreis an, den Holm als eine Untergattung *Stenopareia* ausgeschieden hat. Innerhalb dieser scheint man zwei Gruppen unterscheiden zu können. Die Formen in der einen, älteren Gruppe sind verwandt mit der alten Form *Illaenus glaber*, Kjerulf, diejenigen in der anderen, jüngeren dagegen mit *Illaenus proles*, Holm. Unsere *Illaenus*formen sind alle wichtige Leitfossilien.

A. Die Gruppe des *Illaenus glaber*, Kjerulf.

Ausser den neuen Formen gehört hierher auch *Illaenus* cf. *Thomsoni*, Salt., der sehr allgemein im Unteren Llandovery ist. Diese Gruppe ist sehr charakteristisch für Unteres Llandovery, nur eine Form geht in die Zone 7 a hinauf.

1. *Illaenus rotundus*, nov. sp.

Beschreibung. — Kleine, stark gewölbte Form. Der Kopf sehr stark und gleichmässig gewölbt, fast halbkugelig. Die Dorsalfurchen lang und fast parallel. Die Augen und Augendeckel klein, nahe dem Hinterrande gelegen. Die losen Wangen klein, schwach zugespitzt. Die Schale mit sehr feinen, dichtgestellten Terrassenlinien.

Der Thorax unbekannt.

Das Pygidium vorn flach, nach hinten ziemlich stark gewölbt, bedeutend mehr als bei der folgenden Form. Der Umschlag in der Mitte breit, mehrspitzig und schwach rennenförmig ausgehöhlt.

Verwandtschaft. — Mit *Illaenus glaber*, Kjerulf (*I. Linnarssoni*, Holm, var. *avus*) nahe verwandt.

Auftreten. — In den Zonen 6a—7a, besonders in Asker.

2. *Illaenus sculptus*, nov. sp.

Beschreibung. — Kleine, breite, flache Form. Der Kopf hinten, besonders zwischen den Dorsalfurchen, eigentümlich bucklig gehoben, nach vorn flach und schwach gewölbt. Dorsalfurchen kurz, nach vorn stark konvergierend. Die Augendeckel und Augen klein und nahe dem Hinterrand gelegen. Die losen Wangen kurz zugespitzt. Die Schale ist mit starker Skulptur versehen. Feine Punkte und starke, wellige Terrassenlinien bedecken den Kopf; auf dem hinteren, buckligen Teil der Glabella sind sie ausserordentlich dichtgestellt und bilden hier ein eigentümlich gerunzeltes Feld. Der Thorax 9-gliederig; Rhachis nach hinten stark verschmälernd.

Das Pygidium sehr flach, nur hinten etwas stärker gewölbt; die Rhachis nur am Vorderrande angedeutet. Der Umschlag in der Mitte breit, mehrspitzig und hat eine deutliche rennenförmige Aushöhlung.

Verwandtschaft. — Gehört sicher der Gruppe des *Illaenus glaber* an, scheint aber innerhalb dieser ziemlich isoliert zu stehen.

Auftreten. — In den Zonen 6a—c, besonders in Asker.

B. Die Gruppe des *Illaenus proles*, Holm.

Sehr charakteristisch für das Obere Llandovery, nur eine Form findet sich im Wenlock.

Illaenus longispinosus, nov. sp.

Beschreibung. — Grosse, ziemlich stark gewölbte Form, nahe mit *Illaenus proles*, Holm verwandt, der in Estland in entsprechenden Schichten vorkommt. Unterscheidet sich jedoch durch eine Reihe von Charakteren. Die Glabella ist nach vorn stärker gewölbt, die Dorsalfurchen laufen mehr parallel, die Facialsutur biegt sich hinter den Augen deutlich nach aussen, und die losen Wangen sind kürzer und mehr abgerundet, grob punktiert. Der Thorax ist unbekannt. Das Pygidium ist demjenigen von *I. proles* sehr ähnlich; der Umschlag ist schmal, stark ausgehöhlt und in der Mitte mit einer ausserordentlich langen, schmalen Spitze versehen. Die Schale glatt, mit feinen Punkten.

Verwandtschaft. — Wie schon hervorgehoben eng mit *Illaenus proles*, Holm verwandt.

Auftreten. — In den Zonen 6 c β—7 b, besonders in den Gebieten auf Malmø und bei Holmestrand.

4. *Illaenus Brøggeri*, nov. sp.

Beschreibung. — Grosse, ziemlich flache, breite Form, die mit *Illaenus aemulus*, Salt. am nächsten verwandt zu sein scheint. Der Kopf scheinbar schwächer gewölbt und durchgehends breiter. Die Dorsalfurchen viel tiefer und breiter, aber ganz undeutlich abgegrenzt. Der Augendeckel grösser, dicht am Hinterrande gelegen. Die losen Wangen breit abgerundet und ziemlich gewölbt. Der Thorax ist unbekannt. Das Pygidium gewöhnlich sehr breit ausgezogen, nach hinten sehr stark gewölbt oder gekrümmt; die Schale des Pygidium mit sehr kräftigen, etwas welligen, breit winkelförmig gebogenen Terrassenlinien, die auch auf dem Steinkerne deutlich hervortreten. Der Umschlag sehr schmal, ohne Spitze und ausserordentlich stark rennenförmig ausgehöhlt.

Verwandtschaft. — Am nächsten wahrscheinlich mit *Illaenus aemulus*, Salt. verwandt, der jedoch nicht genau bekannt ist. Auch *Il. proles*, Holm. und *Il. longispinosus*, Kiær stehen nahe.

Auftreten. — In 7 c, besonders im mittleren Teil auf Malmö.

5. *Illaenus postremus*, nov. sp.

Beschreibung. — Kleine, ziemlich stark gewölbte Form, die mit den beiden vorhergehenden nahe verwandt ist. Der Kopf ziemlich gewölbt,

mit dem hinteren Teil der Glabella etwas bucklig gehoben. Die Dorsalfurchen ungefähr wie bei *Il. Brøggeri*, KIÆR. Die Augendeckel weniger ausgezogen als bei diesem. Die Schale punktiert und mit ziemlich kräftigen, welligen Terrassenlinien versehen. Der Thorax ist unbekannt. Das Pygidium ist stark gewölbt, besonders im hinteren Teil. Der Umschlag ist schmal und ausgehöhlt, ungefähr wie bei *Il. longispinosus*, KJÆR und hat in der Mitte eine ähnliche, jedoch wahrscheinlich kürzere Spitze als dieser. Die Schale ist mit feinen, welligen, gewöhnlich abgebrochenen Terrassenlinien bedeckt, die auf der Mitte in winkelförmig gebogenen Reihen verlaufen.

Verwandtschaft. — Diese Form ist nahe verwandt mit dem *Illaenus Brøggeri*, KIÆR, muss aber wohl als eine distinkte Form betrachtet werden.

Auftreten. — Im oberen Teil von Wenlock, in den Übergangsschichten zwischen 8 c und d, bisher nur auf Ringerike.

Bumastus, MURCH.

Diese interessante, letzte Differenzierungsreihe des alten Illaenidenstammes ist sehr reichlich im Obersilur des Kristianiagebiets vertreten Es finden sich hier eine ganze Reihe von schön erhaltenen und reichlich auftretenden Formen, die ausgezeichnete Leitfossilien abgeben. Viele der bis jetzt bekannten Formen, besonders in England—Schottland und Amerika, sind noch nicht so eingehend bekannt und studiert, dass eine ganz sichere Identifizierung in vielen Fällen möglich wäre.

Ich unterscheide folgende Gruppen innerhalb dieser Gattung:

Die Gruppe des *Bumastus Maccallumi*, SALT. Diese Stammgruppe findet sich hauptsächlich im Llandovery.

Die Gruppe des *Bumastus barriensis*, MURCH. Hauptsächlich im Wenlock vertreten.

Die Gruppe des *Bumastus insignis*, HALL. Hauptsächlich im untersten Ludlow.

Die Gruppe des *Bumastus armatus*, HALL. Für das Ludlow charakteristisch.

Auf die verwandtschaftlichen Verhältnisse dieser Gruppen werde ich in einer kommenden Arbeit näher eingehen. Es hat sich gezeigt, dass die Form und Skulptur der losen Wangen ausgezeichnete Artscharaktere geben.

A. Die Gruppe des *Bumastus Maccallumi*, Salt.

Von dieser Gruppe findet sich im Kristianiagebiete eine Reihe von nahe verwandten Formen, die nacheinander im Llandovery auftreten.

1. *Bumastus brevis*, nov. sp.

Beschreibung. — Oft grosse, breite Form. Der Kopf kurz und breit, indem die Breite zwischen den Augendeckeln bedeutend grösser als die Länge ist; vorn ist er ziemlich stark aufgeblasen. Die Schale mit sehr feinen Terrassenlinien und feinen Punkten versehen. Die losen Wangen mit breiter Einsenkung um die Augen, sonst sehr flach gewölbt, ziemlich stark ausgezogen, jedoch mit abgerundeter Ecke. Die Schale ist mit sehr feinen, etwas unregelmässigen Terrassenlinien versehen. Das Pygidium ungefähr ebenso breit wie lang und ziemlich gewölbt auf der Mitte. Die Schale mit feinen Punkten und sehr dichten und feinen, welligen Terrassenlinien versehen, die auf dem deutlich entwickelten Seitenrand kräftiger werden.

Verwandtschaft. — Diese Form steht dem noch nicht genügend bekannten *Bum. Maccallumi*, Salt. nahe, der jedoch viel mehr langgestreckt ist. Auch *Bum. nudus*, Ang. ist wahrscheinlich nahestehend.

Auftreten. — Sehr charakteristisch für die Zonen **6** b—c, besonders in der östlichen Entwicklung.

2. *Bumastus depressus*, nov. sp.

Beschreibung. — Oft grosse, sehr flache, langgestreckte Form. Der Kopf mehr langgestreckt und viel flacher; die Breite zwischen den Augendeckeln ungefähr der Länge des Kopfes gleich. Die Glabella ist vorn weniger aufgeblasen als bei *B. brevis*, Kiær, jedoch vorn wie bei allen Formen dieser Gruppe breit abgerundet. Die Schale fast nur mit feinen Punkten versehen, nur vorn deutliche Terrassenlinien. Die losen Wangen ungefähr wie bei dem vorigen, aber noch flacher. Das Pygidium durchgehends länger, ungefähr ebenso breit wie lang und schwächer gewölbt.

Verwandschaft. — Sehr nahe mit dem vorigen verwandt, aber doch distinkt verschieden.

Auftreten. — Sehr charakteristisch für die Zone 7 a.

3. *Bumastus perbrevis*, nov. sp.

Beschreibung. — Sehr breite Form, gewöhnlich klein, ab und zu aber sehr gross werdend. Der Kopf kürzer und steiler als bei den vorigen, der Vorderrand der Glabella weniger abgerundet. Die Augendeckel verhältnismässig grösser. Die Schale fast glatt. Die losen Wangen etwas mehr gewölbt als bei den vorigen Formen. Das Pygidium viel breiter als lang; die Schale mit sehr feinen Terrassenlinien versehen. Ein flacher Rand oft schwach ausgebildet.

Verwandtschaft. — Nahe mit den vorhergehenden zusammenhängend, scheint aber in einzelnen Charakteren zu der folgenden Gruppe überzuleiten.

Auftreten. — Sehr charakteristisch für die Abteilung 7 b.

4. *Bumastus longicaudatus*, nov. sp.

Beschreibung. — Sehr grosse, lange Form. Die Glabella nicht sicher bekannt. Die losen Wangen scheinen ziemlich stark ausgezogen zu sein. Das Pygidium sehr charakteristisch, macht einen noch mehr langgestreckten Eindruck als bei *B. depressus*, Kiær; die Schale ist mit noch kräftigeren und dichter gestellten Terrassenlinien versehen. Der Umschlag ausserordentlich breit, gewölbt und weniger ausgehöhlt als bei den früheren Formen.

Verwandtschaft. — Am nächsten mit *B. depressus*, Kiær verwandt.

Auftreten. — Beginnt in 7 b, tritt auch in 7 c auf und ist die einzige Form dieser Gruppe, die in den oberen Teil unseres Obersilurs hinaufgeht (9 d).

B. Die Gruppe des *Bumastus barriensis*, Murch.

5. *Bumastus praeruptus*, nov. sp.

Beschreibung. — Stark gewölbte Form. Der Kopf sehr steil, schon vom Hinterrande stark abfallend. Die Augendeckel sehr gross, hinten mit scharfer Kurve. Die losen Wangen stark abgerundet. Die Terrassenlinien der Schale bilden auf den Augendeckeln, vorn auf den Seiten der Glabella, besonders aber auf den losen Wangen eine aus-

geprägt schuppenförmige Skulptur. Das Pygidium ziemlich flach, breiter als lang, ohne Rand. Die Schale mit feinen Terrassenlinien und Punkten versehen.

Verwandtschaft. — Am nächsten mit *Bum. inflatus*, Kiær und *B. barriensis*, Murch. verwandt; der letztere umfasst wahrscheinlich, wie ich in englischen Museen gesehen habe, mehrere distinkte Formen.

Auftreten. — Sehr charakteristisch für die Zone 8 c.

6. *Bumastus inflatus*, nov. sp.

Beschreibung. — Kleine, stark gewölbte Form. Der Kopf noch steiler und stärker gewölbt als bei *B. praeruptus*, Kiær. Die Schale ist mit feinen Terrassenlinien versehen, die auf den losen Wangen besonders kräftig und hier teilweise in konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Ausgeprägt schuppige Struktur kommt nicht vor. Die losen Wangen sind mehr ausgezogen als bei dem vorigen. Das Pygidium ungefähr wie bei diesem.

Verwandtschaft. — Nahe mit dem vorigen, aber auch mit dem echten *B. barriensis*, Murch. eng verwandt.

Auftreten. — Sehr charakteristisch für die Zone 8 d.

C. Die Gruppe des *Bumastus armatus*, Hall.

Hierher gehört der von Lindström beschriebene *Bumastus sulcatus*, der im Gebiete bei Holmestrand ganz allgemein in der Zone 9 d ist. Wahrscheinlich als eine Varietät von diesem muss die folgende Form aufgefasst werden.

7. *Bumastus sulcatus*, Ldm., var. *convexus*, nov. var.

Beschreibung. — Stark gewölbte Form, die dem *Bum. sulcatus*, Ldm. sehr nahe steht. Der Kopf ist mehr langgestreckt. Die vorderen Gruben auf beiden Seiten der Glabella grösser und tiefer; sie erscheinen als breite Depressionen. Die Augen und die Augendeckel sind kleiner und die losen Wangen mehr langgestreckt und stärker ausgehöhlt zwischen Auge und Rand. Die Schale ist viel sparsamer und feiner punktiert. Das Pygidium ist viel stärker gewölbt als bei *Bum. sulcatus*, Ldm.; dieser variiert jedoch in dieser Beziehung nicht unbedeutend.

Verwandtschaft. — Wahrscheinlich nur als eine Varietät von *Bum. sulcatus*, Ldm. aufzufassen.

Auftreten. — In Korallenrifffacies oberst in der Zone 9 d auf Langø bei Holmestrand.

Leperditia, Rouault.

Von obersilurischen Leperditien habe ich ein ausgezeichnetes Material eingesammelt, das für die nähere Kenntnis mehrerer Formen wichtig ist, wahrscheinlich aber nur eine neue Form enthält. Alle unsere Leperditien haben sich als stratigraphisch sehr gute und sichere Leitfossilien gezeigt und sind deshalb von grösstem Interesse.

Leperditia norvegica, nov. sp.

Beschreibung. — Eine mittelgrosse, langgestreckte, ziemlich gewölbte Form. Der Schlossrand ist kurz im Verhältnis zur Länge, und die Schale springt vorn und hinten ziemlich weit hervor. Die Wölbung der Schalen ist gleichmässig und ziemlich stark, am stärksten längs dem Bauchrande. Sonst sind die beiden Schalen bedeutend verschieden. Die rechte Schale hat eine besonders stark hervorspringende Vorderseite, die bedeutend mehr zugespitzt als die breit abgerundete Hinterseite erscheint. Die Längenachse der Schale ist ungefähr parallel mit dem Schlossrand, und die Unterseite (Bauchrand) ist gleichmässig gewölbt, indem die Schale vorn und hinten ungefähr gleich hoch ist. Auf der linken Schale springt die Vorderseite weniger hervor und ist mehr gleichmässig abgerundet. Die Schale ist hinten bedeutend höher als vorn, wodurch die Längenachse schiefgestellt wird. Der Umschlag ist glatt und von ähnlicher Form wie bei *Leperditia phaseolus*, His. Ein Randsaum ist auf beiden Schalen vorn und hinten gewöhnlich deutlich markiert. Die Schale ist glatt und nur mit ganz feinen Punkten versehen. Unter dem Augentuberkel sieht man auf dem Steinkern einen winkelförmig gebogenen Eindruck ungefähr wie bei *Leperditia phaseolus*, His. Die Hauptmasse dieser Form kann aus den folgenden zwei Beispielen gesehen werden. Bedeutend grössere Schalen liegen jedoch vor.

	Länge	Höhe	Schlossrand
Eine rechte Schale . .	10.7 mm.	6 mm.	6.3 mm.
Eine linke Schale . . .	8.8 mm.	5.2 mm.	5.7 mm.

Verwandtschaft. Diese Form ist mit *Leperditia phaseolus*, His. verwandt und kann wohl als der letzte Repräsentant der *Phaseolus*-Gruppe betrachtet werden. Eine nahe verwandte Form ist wahrscheinlich *Lep. Schellwieni*, Chmiel., die aus der Etage K in Estland stammt. Von beiden diesen lässt sie sich jedoch besonders durch den charakteristischen Umriss der rechten Schale leicht unterscheiden. Sehr übereinstimmend mit *Lep. norvegica* ist aber eine englische Form, die Mr. Thomas in rotem Mergel gleich oberhalb der Tilestones — also in Downtonian — bei Llandeilo gefunden hat. Ich hatte auf meiner Reise in England 1904 Gelegenheit, diese Form zu sehen. Auch von dem Downtonian bei Northfield, Shobdon, habe ich eine ähnliche Form gesehen. Zusammen mit diesen kommen im englischen Downtonian Leperditien vor, die ich als der *Lep. phaseolus*, His. nahestehend betrachte. Aus der Temeside Group in Shropshire haben Elles und Slater *Lep. phaseolus*, His. und *Lep. marginata*, Keys. angegeben. Ob die echte *Lep. marginata*, Keys., die ursprünglich aus Schichten vom Alter des Oberen Llandovery beschrieben ist, wirklich hier vorkommt, ist wohl fraglich. Ich glaube viel eher, dass auch hier in Shropshire wie weiter im S. bei Llandeilo und im Kristianiagebiete die jüngsten Schichten des Obersilurs durch das Auftreten der *Leperditia norvegica* charakterisiert werden; wenn man kein gutes Material hat, ist nämlich eine Verwechslung leicht denkbar, da die rechte Schale gewisse Ähnlichkeit mit *Lep. marginata*, Keys. besitzt, die sonst distinkt verschieden ist und einer viel älteren Gruppe von Leperditien angehört.

Auftreten. — Sehr allgemein in der jüngsten Ludlowzone — 9 g — auf Ringerike.

XIII.

VERZEICHNIS

DER

OBERSILURISCHEN FAUNA DES KRISTIANIAGEBIETS.

Die früheren Verzeichnisse unserer obersilurischen Fauna stammen von Th. Kjerulf her. Schon in seiner grundlegenden Arbeit [1] vom Jahre 1857 — also vor 50 Jahren — hat er einen eigenen Abschnitt, in welchem er alle bis da bekannten Fossilien des Kristianiagebiets aufzählt; aus dem Obersilur nennt er hier 115 verschiedene Formen, die teilweise von Th. Dahll bestimmt wurden. Sein Hauptverzeichnis gibt er dann 8 Jahre später in dem „Veiviser" (1865) [2], in welchem die Anzahl zu ca. 150 gewachsen ist. Auch eine Reihe von neuen Formen wird hier angeführt und abgebildet, leider ohne Beschreibungen. Dies ist der wichtigste Beitrag, den Th. Kjerulf zur Kenntnis unserer Silurfauna gegeben hat. Endlich gibt er in „Udsigt over det sydl. Norges Geologi" (1879) auf mehreren Tafeln eine sehr gute Darstellung von dem Auftreten der wichtigeren Fossilien in der kambrisch-silurischen Schichtenfolge. Dies Verzeichnis macht aber keinen Anspruch darauf, vollständig zu sein.

In dem folgenden Verzeichnis habe ich alle die obersilurischen Formen angeführt, die ich für meine Arbeit bestimmt habe. In dieser habe ich ja hauptsächlich eine sichere stratigraphische Grundlage geben wollen, auf der die paläontologische Detailuntersuchung durchgeführt werden kann. Nur diejenigen Gruppen, die in stratigraphischer Beziehung am wichtigsten sind, habe ich deshalb bis jetzt etwas näher durchgearbeitet, nämlich die *Graptolithen*, die *Korallen*, die *Brachiopoden*, die *Leperditien* und die *Trilobiten*. Auch innerhalb dieser ist aber

[1] Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, Pag. 92.
[2] Veiviser ved geolog. Exkurs. i Christiania omegn.

viel Arbeit übrig. Die obersilurische Fauna des Kristianiagebiets ist somit bei weitem noch nicht vollständig durchforscht, und das nachfolgende Verzeichnis muss deshalb als ein vorläufiges betrachtet werden.

In der Tabelle sind die Hauptzonen aufgeführt; einige von diesen wie 6 a, 6 b, 7 b, 7 c, 8 a und 9 c, sind in einigen Gebieten noch weiter geteilt; da dies nur in einzelnen Gebieten der Fall ist, konnten sie hier nicht mitgenommen werden. In der ersten Rubrik ist angegeben, in welchen Entwicklungen die einzelnen Formen auftreten. Wenn eine Form in mehreren von diesen Entwicklungen vorkommt, ist das Auftreten in jeder Entwicklung angeführt. Diese Entwicklungen sind in meiner Arbeit ausführlich geschildert.

Die östliche Entwicklung ist mit O bezeichnet.
Die westliche Entwicklung „ „ W „
Die gemischte östliche und
westliche Entwicklung „ „ G „
Die nördliche Entwicklung „ „ N „

Nach jeder von diesen ist mit Zahlen angegeben, in welchem Gebiet die einzelnen Formen auftreten; hier habe ich dieselbe Reihenfolge wie im speziellen Teil angewandt, nämlich:

1. Das Gebiet auf Ringerike.
2. Das Gebiet auf Malmö und den benachbarten Inseln.
3. Das Gebiet auf den Inseln bei Holmestrand.
4. Das Gebiet bei Skien und Porsgrund.
5. Das Gebiet in Asker und Bærum.
6. Das Gebiet auf Hadeland.
7. Das Gebiet beim Mjøsen.

Somit bezeichnet z. B. W_{14}, dass die Form in der westlichen Entwicklung, und zwar in den Gebieten auf Ringerike und bei Skien und Porsgrund gefunden ist u. s. w.

Da mehrere der Gebiete in den verschiedenen Etagen verschiedene Entwicklung zeigen, ist oft, wie man sehen wird, ein und dasselbe Gebiet unter mehreren Entwicklungen aufgeführt. Diese scheinbare Inkonsequenz ist also hierdurch leicht zu erklären. Um die Tabelle in dieser Beziehung noch deutlicher zu machen, füge ich die nachfolgende schematische Übersicht hinzu.

	Westliche Entwicklung (W).	Östliche Entwicklung (O).	Gemischte östliche und westliche Entwicklung (G).	Nördliche Entwicklung (N).
Etage 6, Unteres Llandovery.	1. Ringerike. 4. Skien und Porsgrund. 6. Hadeland.	2. Malmö. 3. Holmestrand. 5. Asker und Bærum.		7. Mjösen.
Etage 7, Oberes Llandovery.	1. Ringerike. 4. Skien und Porsgrund. 6. Hadeland.	2. Malmö.	3. Holmestrand. 5. Asker und Bærum.	7. Mjøsen.
Etage 8, Wenlock.	1. Hadeland. 4. Skien und Porsgrund. 6. Hadeland (8 a—b).	2. Malmö.	3. Holmestrand. 5. Asker und Bærum.	7. Mjøsen.
Etage 9, Ludlow.	1. Ringerike.	3. Holmestrand. 4. Skien und Porsgrund.	5. Asker und Bærum.	7. Mjøsen.

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Plantae.																			
Tangartige Abdrücke (zweifelhaft)	O_2	.	.	+															
Vermiporella sp.	O_2	.	.	+	?														
Mastopora fava, Salt.	O_{235}	.	+	+	+	.	+												
Mastopora sp.	O_5	.	+																
Receptaculites sp.	O_{25}	.	.	+	.	+	+												
Receptaculites sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	+	+										
Spongiae.																			
Cylindrische Körper (Schvämme?)	O_{23}	.	.	+	+														
Astraeospongia meniscus, F. Röm.	W_1	.	.	.	.	.	+												
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
Hydrozoa.																			
Stromatopora sp. sp. (wahrscheinlich mehrere Formen)	W_{14}	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
	O_{235}	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.		.	+	+			
	G_{35}	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+							
	N_7	.	.	.	.	?	+												
Kleine stromatoporoide Knollen in reichen Formationen	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+				
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+					
Clathrodictyon sp.	G_3	.	.	.	.	.	+												
Rosenella sp.	G_3	.	.	.	.	.	+												
Climacograptus normalis, Lpw.	O_2	+																	
Petalograptus palmeus, Barr.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
Monograptus basilicus, Lpw.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
	G_5	.	.	.	.	.	.	.	+										
— cf. *Becki*, Barr.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— cf. *continens*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *crenulatus*, Tqu.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+	+									
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	+	+									
— —	N_7	.	.	.	.	.	.	+	+										
— cf. *cygneus*, Tqu. (?)	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— cf. *dextrorsus*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *discus*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *exiguus*, Nich.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— cf. *leptotheca*, Lpw.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *nodifer*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *nudus*, Lpw.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *priodon*, Bronn	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	+	+									
— —	N_7	.	.	.	.	.	.	+	+										
— *proteus*, Barr.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— cf. *resurgens*, Lnrs.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *riccartonensis*, Lpw.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— *sartorius*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *Sedgwicki*, Portl.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *spiralis*, var. *subconicus*, Tqu.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *turriculatus*, Barr.	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
Cyrtograptus flaccidus, Tullb.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— *Murchisoni*, Carr.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— cf. *pulchellus*, Tullb.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— sp. (?)	N_7	.	.	.	.	.	.	+											

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Retiolites Geinitzianus, Barr.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	N_7	.	.	.	.	.	.	+	+										
Anthozoa.																			
Aulopora sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
—	O_{23}	.	.	+	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
Romingeria sp.	O_2	.	.	.	.	?	+												
Halysites catenularius, L.	W_{14}	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
— —	O_{235}	.	.	+	?	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+												
— *escharoides*, Lam.	W_1	.	.	.	.	.	+	+											
— —	O_{235}	.	.	+	?	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— — Lam. var.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— *macropora*, Eichw.	W_{14}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+							
— —	O_2	.	.	.	.	.	+												
— —	G_5	.	.	.	.	?	+												
— sp. sp.	W_{14}	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
— —	O_5	.	+																
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
Favosites asper, d'Orb.	W_1	+	.	.	.	+													
— —	O_{235}	+	+	+	+														
— —	G_5	.	.	.	.	+													
— —	N_7	.	.	.	+														
— *Forbesi*, Edw. & H.	W_1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+							
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+				
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— *Foughti*, Edw. & H.	W_{14}	.	.	.	.	.	+	+											
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— *Gotlandicus*, L.	W_{14}	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+							
— —	O_{23}	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+		.	+				
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+							
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
— *Hisingeri*, Edw. & H.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+							
— —	O_{235}	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+	+											
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
— *maximus*, Qu.	O_{23}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_5	.	.	.	.	+	+												
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
— nov. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— sp. (feinröhrige, flache Stöcke)	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
— sp. (zweigige Stöcke)	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— sp. sp.	W_{146}	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+								
— —	O_{23}	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
— —	N_7	.	.	.	.	.	+												
Römeria Kunthiana, Ldm.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
Pachypora Lonsdalei, d'Orb.[1]	W_1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+							
— —	O_3		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
Trachypora ornata, Röm.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Alveolites Labechei, Edw. & H.	W_{146}	.	.	.	.	.	?	+											
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	+											

[1] Im Text teilweise als *cristata*, Blum. aufgeführt.

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Alveolites Labechei, Edw & H. . .	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— sp. (Dünne Blätter) . .	O_2	.	.	.	.	+													
— „	G_5	.	.	.	.	.	+												
— sp. (sehr grossröhrig) . .	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Thecia Swinderenana, Goldf. . .	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
Syringopora bifurcata, Lonsd. . .	W_{14}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+						
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— *fascicularis*, L.	O_{23}	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	?			
Propora affinis, Bill.	W_1	+	.	.	.	+													
— cf. *compacta*, Ldm. . . .	W_{14}	.	.	.	.	+	+												
— —	O_2	.	.	+															
— —	G_{35}	.	.	.	.	?	+												
— *conferta*, Edw. & H.	W_1	+																	
— —	O_{235}	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— *Grayi*, Nich. & Eth. .	W_1	+	+																
— —	O_{25}	.	+	+															
— *minima*, Ldm. . . .	O_2	.	.	.	.	.	+	+											
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— *reticulata*, Ldm. . .	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— *tubulata*, Lonsd. . .	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{25}	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+							
— nov. sp.	W_1	.	.	+															
— —	O_2	.	.	+	?														
— sp. sp.	O_{25}	.	+	+	+	+													
— —	G_3	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+								
Plasmopora rudis, Ldm.	W_1	.	.	.	.	+													
— *scita*, Edw. & H. . .	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— *stella*, Ldm.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{235}	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Heliolites Barrandei, Pen. . . .	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— *decipiens*, M'Coy. . . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_2	.	.	.	.	?	+												
— *fasciatus*, Ldm.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— *interstinctus*, L. . . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+							
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— *parvistella*, Röm. . . .	W_1	.	.	.	.	+	+	+											
— —	O_{23}	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— sp. (zweigige Form) . .	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_2	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+								
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+							
Acantholithus asteriscus Röm. . .	W_1	+																	
— —	O_{25}	+	+	+	+	+	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+												
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
Eigentümliche, zweigige Rugose .	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— — — .	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Ptychophyllum patellatum, Schl. . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
— *truncatum*, L. . . .	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— sp. (sehr weiter Kelch)	O_{23}	.	.	+	+														
— sp. sp.	W_{14}	+	+	.	.	+	.	+	+										
— —	O_{25}	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	+							
— —	G_3	.	.	.	.	+													

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Ptychophyllum sp. sp.	N_7	.	.	.	+	?	+												
Cyathophylloides sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
— "	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
Columnaria fascicula, Dyb.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— *Naesiana*, Kjerulf	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— "	O_2	.	.	.	.	?	+												
Zaphrentis conulus, Ldm.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— *vortex*, Ldm.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{25}	+	.	+	?	?	+	.	.	.	+								
— sp. sp.	W_{146}	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+							
— —	O_2	.	.	+	?	.	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	+							
Lindstrømia Dalmanni, Edw. & H.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— sp. sp.	O_2	.	.	.	.	+	.	.											
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+							
Palaeocyclus porpita, L.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	+	.	+									
Pholidophyllum tubulatum. Schl.	W_1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+								
— —	O_{23}	.	.	+	?	?	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
Dinophyllum involutum, Ldm.	W_1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+						
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	+			
Omphyma subturbinatum, d'Orb.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
Cyathophyllum cf. *angustum*, Lonsd.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— *articulatum*, His.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— *mitratum*, His.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+			
— sp. (sehr grosse Einzelform)	O_5	.	.	+															
— sp. (sehr feinröhrige Kolonie)	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
— sp. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+							
— —	O_{23}	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+			
— —	G_3	.	.	.	.	+	.	+	.	.		+							
Acervularia ananas, L.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
Cystiphyllum cylindricum, Lonsd.	O_{23}	.	.	.	.	?	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+							
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	+											
Calostylis denticulata, Kjerulf	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{235}	+	+	.	+	+	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+												
— sp. (Kolonie)	O_2	.	.	.	.	.	+												
— —	G_3	.	.	.	.	.	+												
Crinoidea.																			
Abacocrinus tesseracontadactylus, Goldf.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
Crotalocrinus (?) sp. sp.	W_{146}	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+								
— —	O_{234}	.	.	.	.	?	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	?	+	+	.	.	+								
— —	N_7	.	.	.	.	.	+												
Gissocrinus sp.	O_2	.	.	.	.	?	+												
— "	G_3	.	.	.	.	.	+												
Herpetocrinus (?) sp.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Hypanthocrinus granulatus, Lew.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— cf. *regularis*, His.	W_4	.	.	.	.	.	.		.	.	+								
Crinoidenstielglieder	W_{146}	.	+	.	+	+	+	.	+	+									
—	O_{25}	.	.	+	.	+	+												

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Crinoidenstielglieder	G_3	.	.	.	.	+	+	+											
—	N_7	.	.	.	.	?	+												
Annelida.																			
Cornulites serpularius, Schl.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	+	+
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	
Cornulites sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+					
Spirorbis sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+							
Brachiopoda.																			
Lingula cf. *Lewisii*, Sow.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— sp. sp.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_{235}	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+					
Dinobolus cf. *Davidsoni*, Salt.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Orbiculoidea cf. *rugata*, Sow.	O_2	.	.	+	?	.	.	.	.	.	+								
— sp.	W_1	+																	
— "	O_5	+																	
Crania sp	O_5	.	+																
Pholidops implicata, Sow.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— —	O_5	.	.	.	+														
Orthis actoniae, Sow.	O_{25}	.	.	+	?														
— *calligramma*, Dalm. var. *Davidsoni*, Vern.	W_1	.	.	.		.	+	+											
— —	O_{25}	+	.	+	?	.	+	+	.	.	+								
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+												
— cf. *canaliculata*, Ldm.	W_1	+	.	.	.	+													
— —	O_{235}	+	+	+															
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	+										
— cf. *crassa*, Ldm.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— *elegantula*, Dalm.	W_1	.	.	.	.	+	.	.	+										
— —	O_{23}	.	.	+	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— cf. elegantula, Dalm.	W_1	+	.	.	.	+	+	+											
— —	O_2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+							
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+								
— *flabellulum*, Sow.	O_{25}	.	.	+	?														
— *hybrida*, Sow.	O_2	.	.	+	?	.	.	.	.	.	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
— *polygramma*, Sow. var. *pentlandica*, Daw.[1]	W_1	+	+	+	+	+													
	W_{14}	.	.	+	+	.	.	+											
— *rustica*, L.	O_{235}	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+							
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— —	W_4	.	+																
— *Salteri*, Dav. (?)	O_{35}	.	.	+	+														
— *Wisbyensis*, Ldm.	W_{146}	.	+	+	+	.	+	+	.	+									
— sp. sp.	O_{35}	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— —	G_5	.	.	.	.	.	+												
— —	N_7	.	.	.	+	+	?												
— —	W_1	.	.	.	.	.	+												
Platystrophia biforata, Schl.	O_{25}	.	+	+															
— —	W_{14}	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+							
Bilobites biloba, L.	O_{25}	+	+	.	+	+	?												
— —	W_1	+	.	.	.	+													
Strophomena antiquata, Sow.	O_{25}	+	+	?	.	.	.	.	.	.	+								
— —	W_1	.	-	.	.	.	.	.	.	+	+								
— *corrugatella*, Sow.	O_2	.	.	+	?														
— cf. *deltoidea*, Conr.	W_1	.	.	.	.	.	.	+	+										
— *euglypha*, Dalm.																			

[1] Im Text steht leider mehrmals *pentlandica*, Salt. Die Bestimmung ist nicht sicher; vielleicht ist diese Form eher *O. reversa*, Salter.

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Strophomena euglypha, Dalm.	O_{235}	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	+										
— *expansa*, Sow.	W_{146}	+	+	+	+														
— —	N_7	.	.	.	+														
— *expansa*, Sow. var.	W_1	.	.	.	.	+	+												
— —	O_{23}	.	.	.	+	.	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	?												
— *filosa*, Sow.	W_{14}	+	.	+	+														
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— *Loveni*, Vern.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— *rhomboidalis*, Wilck	W_{14}	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+		
— —	O_{2345}	+	+	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	+						
— *pecten*, L.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— cf. *pecten*, L.	W_1	+	+																
— —	O_{25}	.	.	+	+														
— *semiglobosa*, Dav.	W_{14}	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	+	.	.	+			
— —	O_{234}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	+						
— *Walmstedti*, Ldm.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+								
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
— "	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— "	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
— sp. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	+	+											
— —	O_{235}	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	+							
— —	G_5	.	.	.	.	+	+												
— —	N_7	.	.	.	+	+	?												
Leptaena transversalis, Dalm.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	+	+	+									
— —	O_{23}	+	.	.	+	.	.	+	+	+	+	+							
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	+	+	+									
— —	N_7	.	.	.	.	.	.	+											
— *transversalis*, Dalm. var. (*minor*)	W_1	.	.	+	+														
— —	O_{235}	+	+	+	+														
— *transversalis*, Dalm. var. (*major*)	O_{235}	+	+	+															
— —	N_7	.	.	.	+														
— *transversalis*, Dalm. var. *Duvalii*, Dav.	O_2	.	.	.	+														
— *5-costata*, M'Coy	O_2	.	.	.	+														
— sp.	W_1	.	.	.	.	+													
— "	O_5	.	.	.	+														
Triplecia insularis, Eichw.	O_{25}	+	+	+															
Streptis sp.	O_5	+	+																
Chonetes striatella, Dalm.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+		
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		?	.	.	-	+		
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	?	
— sp.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
— "	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— "	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
Atrypa expansa, Ldm.	O_5	+																	
— *imbricata*, Sow.	W_1	+																	
— —	O_{25}	+	+	+	+														
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	.	+									
— cf. *marginalis*, Dalm.	O_{25}	+	.	+	?														
— *reticularis*, L.	W_{146}	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
— —	O_{2345}	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+		
— —	G_{35}	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Atrypa reticularis, L.	N_7	.	.	.	.	+	?												
— *reticularis L.* var. *concinna*	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	+										
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	+											
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— sp.	O_5	.	.	.	.	+													
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+					
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+			
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
Leptocoelia hemisphaerica, Sow.	W_{14}	+	+																
— —	O_{25}	.	+	?															
Atrypina Angelini, Ldm.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+						
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
Glassia obovata, Sow.	W_{146}	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
Spirifer crispus, His.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+					
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	?	?	.	.	.	.	+	.	+					
— *elevatus*, Dalm.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
— —	O_{34}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	
— *elevatus*, var. *bijugosus*, M'Coy	O_{34}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+		
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
— *Marklini*, Vern.	O_{25}	.	.	+	?														
— *plicatellus*, Dalm.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+								
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+								
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+							
Cyrtia exporrecta, Wahl	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	+										
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	+											
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	+										
Retzia Salteri, Dav.	W_1	.	.	.	.	?	.	.	.	.	.	.	+						
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+					
Athyris depressa, Sow.	W_1	.	.	.	.	+													
— —	O_{25}	.	.	.	+	.	.	+											
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	+											
— *laeviuscula*, Sow.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+			
— —	O_{34}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
— sp.	W_1	.	.	.	.	+													
Meristella cf. *crassa*, Sow.	W_{146}	.	.	.	+	+													
— —	O_3	.	.	.	+	+													
— —	N_7	.	.	.	+														
— *subundata*, Sow.	O_{25}	+	+	+	+	+													
— cf. *tumida*, Dalm.	W_1	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— sp.	O_{235}	.	+	+	+														
— sp.	G_3	.	.	.	.	+													
— sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+								
Scenidium Lewisii, Dav.	O_2	.	+																
Camerella sp.	W_1	.	.	.	.	.	+												
— —	O_2	.	.	.	+														
Barrandella linguifer, Sow.	O_2	.	.	.	.	.	+	+											
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+												
— *undata*, Sow.	W_1	+																	
— —	O_{25}	+	+	+	+														
— sp. (cf. *undata*, Sow.)	O_2	.	.	.	.	+													
— —	G_5	.	.	.	.	+													
— cf. *ventricosa*, Hall.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— sp.	W_4	.	.	.	.	.	.	+											
Stricklandinia lens, Sow.	W_1	.	.	+															

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	c α	c β	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Stricklandinia lens, Sow. . . .	O_{235}		+	+	+														
— *lens*, Sow. *Mutatio* . . .	W_4	.	.	.	.	+													
— — . . .	O_{25}	.	.	.	+	+													
— — . . .	G_{35}	.	.	.	.	+													
— *lirata*, Sow.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	.	+									
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	+											
Stricklandinia sp.	W_1	+																	
Pentamerus borealis, Eichw. . .	W_{146}	.	.	.	.	+													
— —	O_5	.	.	.	+														
— —	G_3	.	.	.	.	+													
— *oblongus*, Sow. . . .	W_{146}	.	.	.	.	.	+												
— —	O_2	.	.	.	.	+	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+												
— —	N_7	.	.	.	.	?	+												
— *Gotlandicus*, Leb. . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	+											
Rhynchonella bidentata, Dalm.. .	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— *borealis*, Schl. var. .	O_{235}	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+						
— *cuneata*, Dalm. . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+						
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	+	+		
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	
— *10-plicata*, Sow. . .	W_{14}	.	.	+	+														
— —	O_3	.	.	.	+														
— —	N_7	.	.	.	+														
— *diodonta*, Dalm. . .	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— *nucula*, Sow. . . .	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	+	+	.	+	+	+	+
— —	O_{234}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	?	+	.	+	+	+		
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	
— *sphaeroidalis*, M'Coy	W_{146}	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+							
— —	O_2	.	.	?	?	.	.	.	.	.	+	+							
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+					
— *Weaveri*, Salt. . .	W_{146}	+	+																
— —	O_3	.	.	?															
— *Wilsoni*, Sow. . .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+			
— sp.	W_7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— sp.	W_1	+																	
— sp. sp.	W_{16}	.	.	+	+														
— —	O_2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+							
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— —	N_7	.	.	.	+														
Bryozoa.																			
Monticulipora sp. sp.	W_{14}	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+							
(auch *Diplotrypa*, *Monotrypa* etc.)	O_{235}	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+			
— — . . .	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+							
Callopora sp.	O_{25}	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+								
Amplexopora sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Helopora sp.	W_{14}	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+						
— —	O_{235}	.	+	+	+	.	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+								
Coenites repens, L.[1]	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	+	+											
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+							
Discopora rhombifera, F. Schm. .	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	+									

[1] Nach Untersuchungen von A. Hennig als Bryozoe aufgeführt (A. Hennig, Gotlands Silur-Bryozoer, 2, 1906).

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Discopora rhombifera, F. Schm.	O_2	.	.	+	?	.	.	+	.	.	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
Stictopora (?) *Malmöensis*, Kjerulf	W_1	.	.	+															
— —	O_{235}	.	+	+	+														
— —	G_3	.	.	.	.	+													
— —	N_7	.	.	.	.	+													
Fenestella sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+							
—	O_2	.	.	+	+														
Glauconome disticha, Goldf.	O_5	.	.	.	+														
Ceramopora cf. *labecula*, Hall.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Retepora sp.	O_5	+																	
Pachydictya sp.	O_{25}	+	.	+	+														
Phraenopora sp.	G_3	.	.	.	.	+													
Ptilodictya cf. *dichotoma*, Portl.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— *lanceolata*, Goldf.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+			
— —	O_{234}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+		
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+			
— sp. sp.	W_{14}	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+						
— —	O_{245}	.	+	.	+	?	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+		
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— —	N_7	.	.	.	+														
Lamellibranchiata.																			
Pterinea cf. *planulata*, Conr.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+			
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— *retroflexa*, Wahl.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	
— —	O_{34}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+		
— cf. *Sowerbyi*, M'Coy.	W_1	.	.	.	.	.	+												
— —	O_{234}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+			
— cf. *tenuistriata*, M'Coy.	G_3	.	.	.	.	+													
— sp. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_{235}	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+			
Ambonychia sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	+										
Anadontopsis bulla, M'Coy	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Megalomus Gotlandicus, Ldm.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Myalina mytilimerus, Conr.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+			
Modiolopsis sp. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Conocardium sp.	O_{35}	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
Cardiola interrupta, Brod.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	+										
— cf. *fibrosa*, Sow.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Orthonotha cf. *solenoides*, Sow.	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
— sp. sp.	O_{35}	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
Grammysia cingulata, His.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
Lamellibranchien sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— —	O_5	.	+																
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
Gastropoda.																			
Tryblidium unguis, Ldm.	W_1	.	.	.	.	.	+												
Bellerophon dilatatus, Sow.	O_{23}	.	.	.	.	?	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_3	.	.	.	.	+													
— sp. sp.	O_{235}	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+							
— —	N_7	.	.	.	.	+	?												

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Pleurotomaria cf. *aequilatera*, WAHL.	O_2	.	.	.	.	?	+	.	+	+									
— *alata*, WAHL.	O_2	.	.	.	.	.	+												
— —	G_3	.	.	.	.	+													
— sp. sp.	W_6	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{25}	.	+	.	.	.	+												
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	+												
Murchisonia cf. *gyrigonia*, M'COY.	O_2	.	.	+	?														
— *5-cincta*, KJERULF	O_2	.	.	.	.		+												
— —	G_3	.	.	.	.	+													
— sp. sp.	W_4	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_{25}	.	+	.	+	.	+	.	+										
— —	G_3	.	.	.	.	+													
Platyschisma (?) sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
Oriostoma discors, var. *rugosum*, SOW.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+					
— *discors*, SOW.	O_{23}	.	.	.	.	?	+	.	.	.	.	+	.	.	+	+			
— *globosum*, SCHL.	O_{23}	.	.	.	.	?	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+			
— sp.	W_{16}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+				
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+							
Cyclonema delicatulum, LDM.	W_4	.	.	+	+														
— —	O_2	.	.	+	?														
— sp.	G_5	.	.	.	.	?	+												
Trochus sp.	O_{23}	.	+	+	?	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+				
Platyceras cornutum, HIS.	W_1	.	.	.	.	.	+												
— —	O_{23}	.	.	+	?	?	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+			
— *enorme*, LDM.	O_2	.	.	.	.	.	.	+											
Acroculia sp.	W_1	.	.	.	.	+													
Loxonema sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	
— —	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+			
Subulites attenuatus, LDM.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+			
— sp.	O_2	.	.	.	.	.	+												
Gastropoden sp. sp.	W_1	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+							
— —	O_{245}	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	+	.	+	+									
Tentaculites cf. *Anglicus*, SALT.	W_{14}	.	.	+	+	+													
— —	O_{235}	.	.	+	+														
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	?												
— *ornatus*, SOW.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+						
— —	O_{34}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+		
— —	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+						
— sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+			
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		
— —	G_{35}	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+								
Hyolithus cf. *lanceola*, HOLM.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— (?) cf. *primaevus*, FORB.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— sp. sp. (*Theca*)	W_{46}	.	.	.	.	.	.	+	+										
— —	O_{25}	.	+	.	.	.	.	.	+										
Cephalopoda.																			
Orthoceras cf. *annulatum*, SCHL.	O_{23}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+			
— *canaliculatum*, SOW.	O_2	.	.	.	.	?	+												
— cf. *excentricum*, SOW.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— cf. *Hisingeri*, BOLL.	O_2	.	.	+	?														
— cf. *Ludense*, SOW.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— cf. *subundulatum*, PORTL.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	+										
— sp.	G_5	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— sp. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+							

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Orthoceras sp. sp.	O_{235}	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.		.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.						
Actinoceras cf. *cochleatum*, SCHL.	O_2	.	.		.	.	.	.	.	.	.	+							
— *imbricatum*, HIS.	W_1	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	+	+	.	?				
— —	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	+			
— —	G_5	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	
Gomphoceras cf. *pyriforme*, SOW.	O_3	.	.	.	.		.		.	.	.	.	.	.	.	+			
— sp. sp.	O_{25}	+																	
— —	G_3	.	.	.	.	+													
Cyrthoceras sp. sp.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_2	+	.	.	+														
— —	G_3	.	.	.	.	+													
Phragmoceras ventricosum, SOW.	O_3	.	.		.	.	.		.	.	.		.	.	.	+			
— sp.	O_5	+																	
— sp. sp.	W_4	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_{23}	.	.	+	?	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+			
Trochoceras sp.	O_2	.	.	+	?														
Discoceras sp.	O_{35}	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— —	G_{35}	.	.	.	.	+													
Crustacea.																			
Calymene tuberculata, BRÜNN.	W_1	.	.	.	.	.	.	.	+										
— —	O_{23}		.	.	.	.	+	.		.	.	+	.	.	+				
— *tuberculosa*, DALM.	O_2	.	.		.		.	.		.	+								
— nov. sp.	O_{25}	.	+	+	+														
— sp. sp.	W_1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+		+	
—	O_{234}	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+		
—	G_5	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.		+	+					
—	N_7	.	.	.	.	+	?	+											
Illaenus Brøggeri, nov. sp.	W_{14}	.	.	.	.	.	.	+											
— —	O_2	.	.	.	.	.	.	+											
— —	G_5		.	.	.		.	+											
— *longispinosus*, nov. sp.	W_1	.	.	.	.	+													
— —	O_2	.	.	.	+	+	+												
— —	G_{35}			.	.	+	+												
— —	N_7	.	.	.	.	+	?												
— *postremus*, nov. sp.	W_1	.	.	.	.		.	.		.	+								
— *rotundus*, nov. sp.	O_5	+	+																
— —	G_5	.	.	.	.	+													
— *sculptus*, nov. sp.	O_{25}	+																	
— cf. *Thomsoni*, SALT.	W_1	+																	
— —	O_5	+	+	+	+														
— sp. sp.	W_6	.	.																
—	O_{25}	+																	
— —	G_{35}	.	.	.	.	+													
— —	N_7	.	.	.	+														
Bumastus brevis, nov. sp.	O_{25}	.	+	+	+														
— *depressus*, nov. sp.	W_1	.	.	.	.	+													
— —	O_2	.	.	.	.	+													
— —	G_{35}	.		.	.	+													
— *inflatus*, nov. sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+							
— *longicaudatus*, nov. sp.	O_{23}	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.		
— —	G_5	.	.	.	.	.	+												
— *perbrevis*, nov. sp.	O_2	.	.	.	.	.	+												
— —	G_5	.	.	.	.	.	+												
— *praeruptus*, nov. sp.	O_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+								
— —	G_3	.	.	.	.	.	.	.	.	+									
— *sulcatus*, LDM.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			
— *sulcatus*, LDM. var. *convexus*, nov. var.	O_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+			

	Entwicklung und Gebiet	6 a	6 b	6 cα	6 cβ	7 a	7 b	7 c	8 a	8 b	8 c	8 d	9 a	9 b	9 c	9 d	9 e	9 f	9 g
Bumastus sp. sp.	W_{146}						+	+		+		+							
— —	O_4																+		
— —	G_3											+							
Bronteus platyactin, Ang.	W_1							+											
— —	G_5							+											
— *polyactin*, Ang.	W_1										+								
— cf. *umbonatus*, Ldm.	O_2						+												
— sp. sp.	O_{23}						+									+			
— —	G_{35}					+	+												
Dalmania imbricatula, Ang.	O_2			+	?														
— sp.	W_1					+													
Phacops elliptifrons, Esm.	W_{14}	+	+	+	+	+													
— —	O_{235}	+	+	+	+		+												
—	G_{35}					+	+												
— *Musheni*, Salt.	O_3														+	+			
— *Stokesi*, Salt.	W_{146}							+	+	+									
— —	O_2								+										
— —	G_3								+										
— nov. sp.	O_2										+	+							
— —	G_3									+									
Cheirurus cf. *bimucronatus*, Murch.	O_{35}		+	+												+			
— —	G_{35}					+	+												
— —	N_7					+	?												
— sp.	W_1					+													
— —	O_2				+	+	+												
Encrinurus laevis, Ang.	W_{14}								+	+	+	+							
— *punctatus*, Esm.	W_{14}	+				+		+	+			+							
— —	O_{235}	+	+	+	+		+				+	+			+	+			
— —	G_{35}					+	+		+	+	+	+							
— —	N_7				+	+	?												
— sp.	W_1							+											
— —	G_3							+											
— aff. (nov. gen. & sp.)	W_1					+													
Acidaspis Marklini, Ang.	O_{235}		+	+	+						+								
— sp. sp.	W_{14}	+				+						+							
— —	O_3														+				
Lichas cf. *ornatus*, Ang.	O_3														+				
— cf. *pusillo*, Ang.	W_1						+												
— sp. sp.	O_{235}		+	+	?											+			
Proetus distans, Ldm.	O_2			+	?														
— —	G_5					?	+												
— cf. *signatus*, Ldm.	O_2											+							
— —	G_3											+							
— sp. sp.	W_1						+			+	+		+						
— —	O_{23}						+								+	+			
	G_{35}					+						+	+					+	
Phaetonides cf. *rugulosus*, Ldm.	W_1											+							
— —	O_{23}										+	+			+				
— *Stokesi*, Murch.	W_1																	+	
— sp. sp.	O_5	+	+																
Cyphaspis sp.	O_5		+																
Harpes sp.	O_3															+			
Primitia sp.	W_{146}		+			+				+		+		+					+
— —	O_5		+		+														
Beyrichia cf. *Klødeni*, M'Coy.	W_1											+				+		+	+
— —	O_3														+	+			
— cf. *tuberculata*, Boll.	W_1																		+
— sp. sp.	W_{146}		+			+				+				+	+				
— —	O_{2345}				+	+	+				+	+		+	+		+		
— —	G_{35}					+	+				+	+	+	+					
— —	N_7							+											

	Entwicklung und Gebiet	6				7			8				9						
		a	b	cα	cβ	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	d	e	f	g
Leperditia abbreviata, F. Schm.	W_1						+												
— —	O_2						+												
— —	G_{35}					?	+												
— —	N_7					?	+												
— *baltica*, His. (*forma typica*)	W_1											+	+						
— —	G_{35}											+							
— *baltica*, His.	W_1													+		+	+		
— —	O_{34}														+		+	+	
— —	G_5															+		+	
— *baltica*, His. var. *formosa*, Chmiel.	O_3															+		?	
— *gregaria*, Kies.	W_1										+								
— *Hisingeri-abbreviata*, F. Schm.	W_1					+													
— —	O_2					+													
— —	G_{35}					+													
— —	N_7				?	+													
— *Hisingeri*, Schm. (*forma typica*)	W_{146}									+									
— *norvegica*, nov. sp.	W_1																		+
— *phaseolus*, His.	W_{14}													+	+	+			
— —	O_3													+	+				
— —	G_{35}											+	+	+					
— sp. sp.	W_4		+									+							
— —	O_2											+							
— —	G_5											+							
Turrilepas sp.	W_1									+									
Aptychopsis sp. sp.	O_2								+	+									
— —	N_7							+											

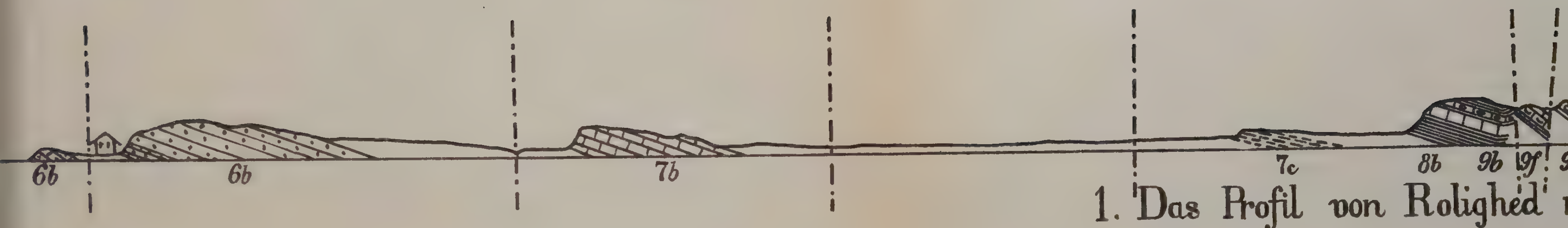
Im ganzen sind somit bis jetzt wenigstens 340 verschiedene Formen aus unserem Obersilur bekannt. Diese Zahl ist ja nicht gross; mit dem vorliegenden Material lässt sie sich aber sicher bis auf ca. 400 steigern, und fortgesetzte Einsammlungen werden gewiss noch viel neues an den Tag bringen.

DRUCKFEHLER.

Pag. 92, Zeile 8 von unten lies „Fig. 21“ statt „Fig. 20“.
„ 141, Zeile 7 von unten lies „7–9“ statt „8–9“.
„ 152, Zeile 5 von unten lies „in verschiedenen Teilen“ statt „im unteren Teil“.
„ 174, Zeile 11 von unten lies „Fig. 35“ statt „Fig. 36“.
„ 200, Zeile 12 von unten lies „*longispinosus*“ statt „*spinosus*“.
„ 245, Zeile 17 von unten lies „*imbricatum*“ statt „*imbrex*“.
„ 263, Zeile 16 von oben lies „*Orthis* sp.“ statt „*Orthis* cf.“.
„ 267, Zeile 19 von unten lies „ca. 7 m.“ statt „ca. 10 m.“.
„ 267, Zeile 12 von unten lies „ca. 35 m.“ statt „25–30 m.“.
„ 358, Zeile 7 von oben lies „130“ statt „150“.
„ 372, Zeile 11 von oben lies „130“ statt „150“.
„ 372, Zeile 14 von oben lies „650“ statt „670“.
„ 554, Zeile 11 von unten lies „turriculatus“ statt „turriculutus“.

Gedruckt 1. Mai 1908.

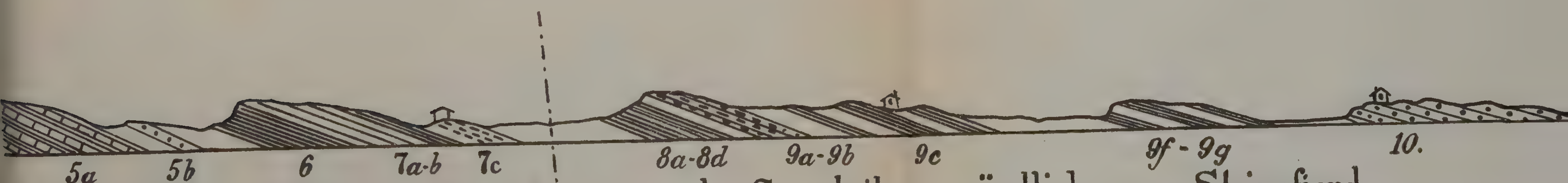
3 Profile durch das Ober



1. Das Profil von Rolighed

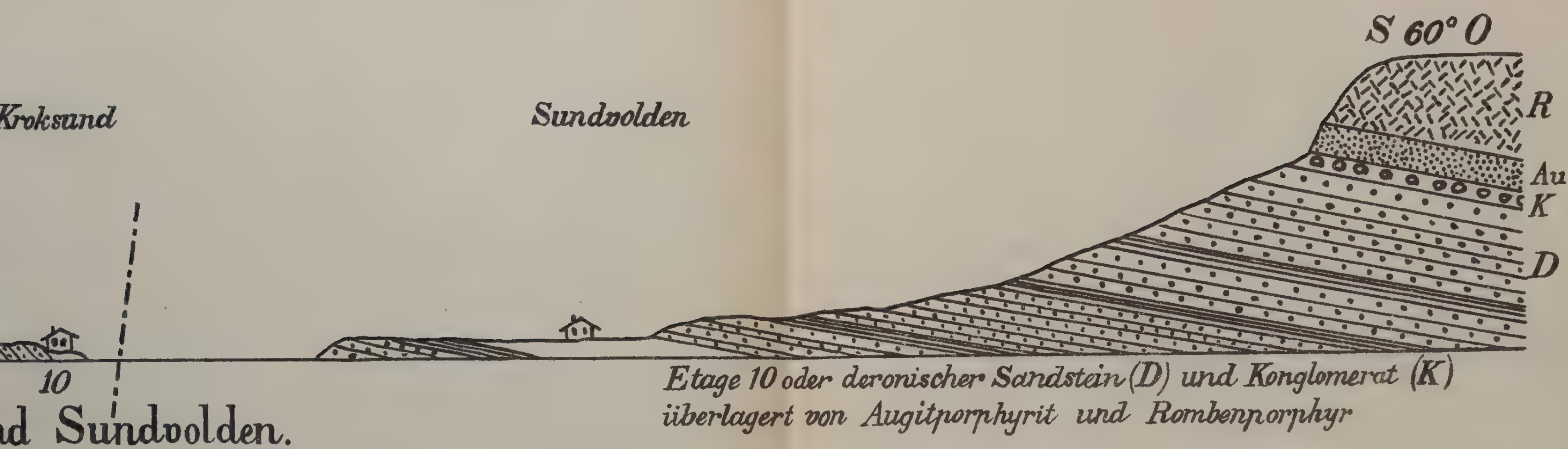


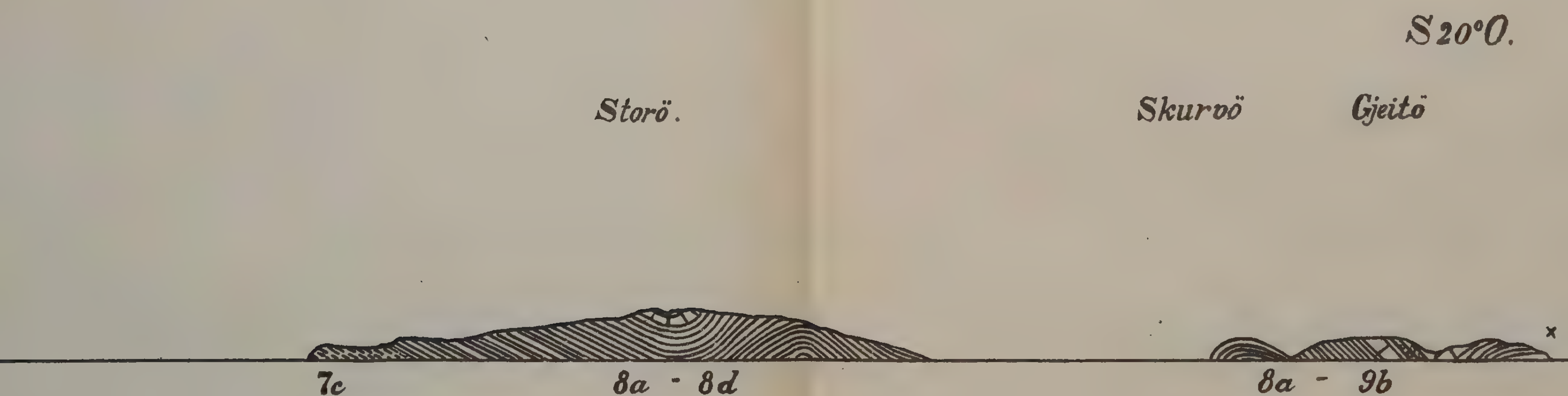
2. Das Profil von



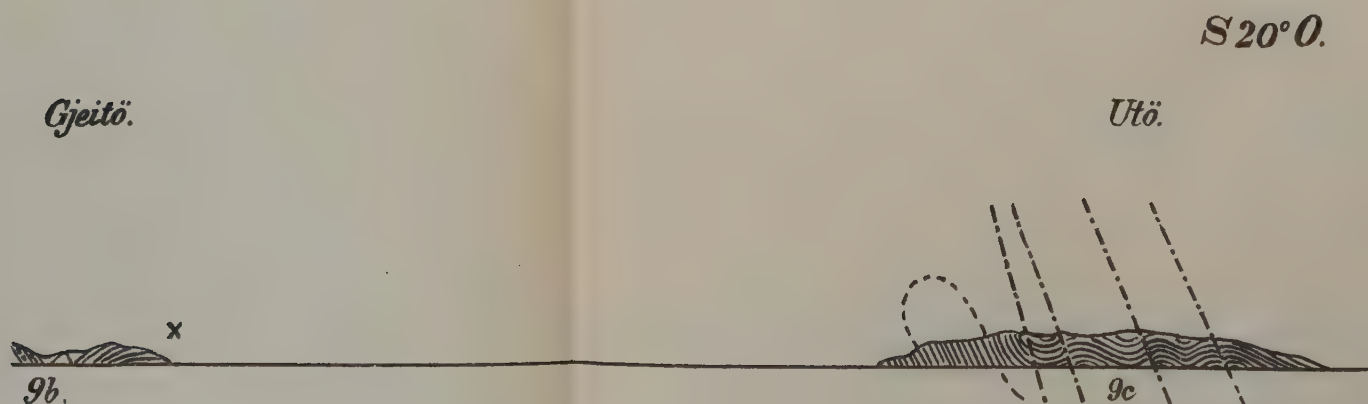
3. Das Profil von Ramberget nach Sandviken nördlich von Steinsfjord.

ingerike. 1:10000.



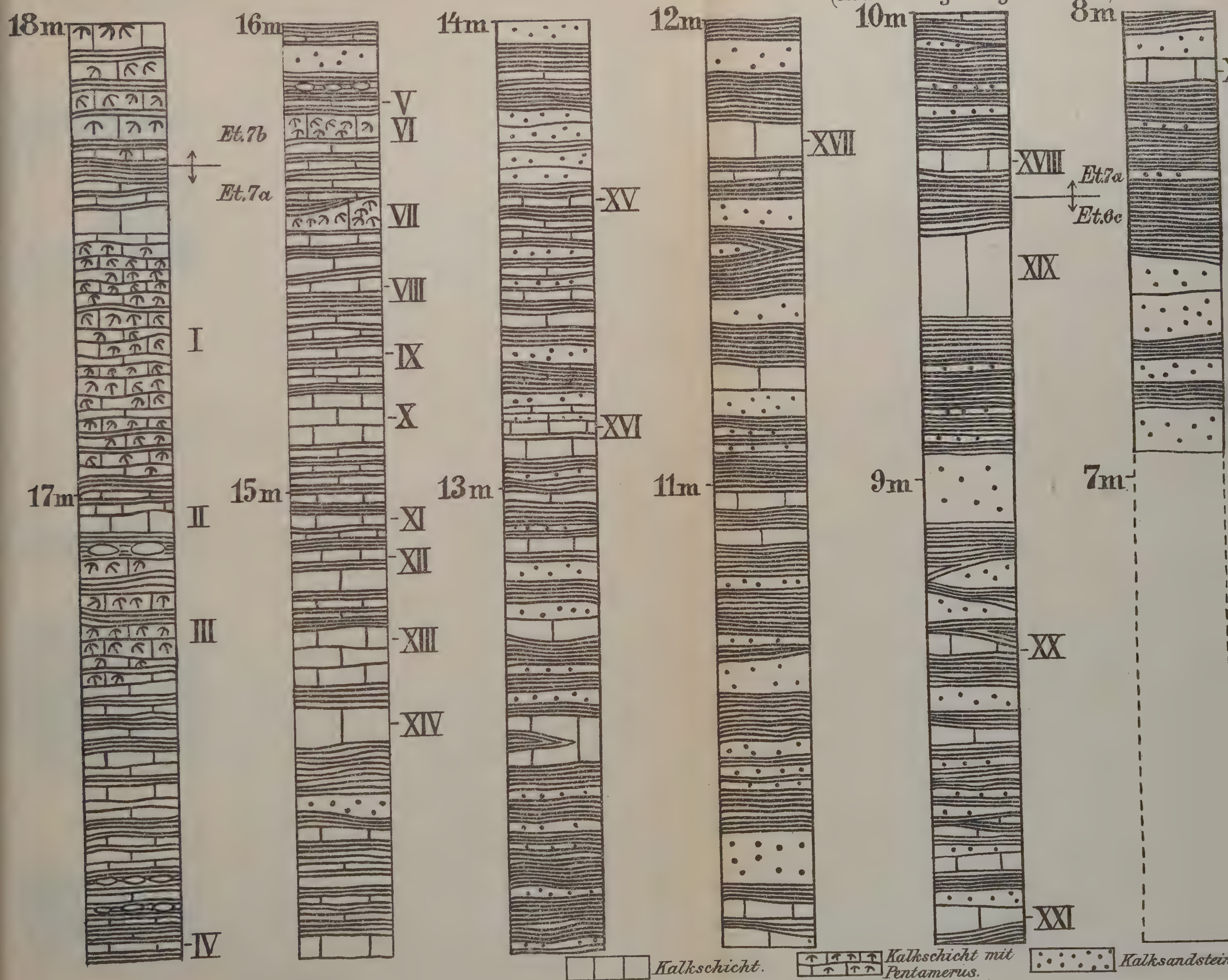


ö

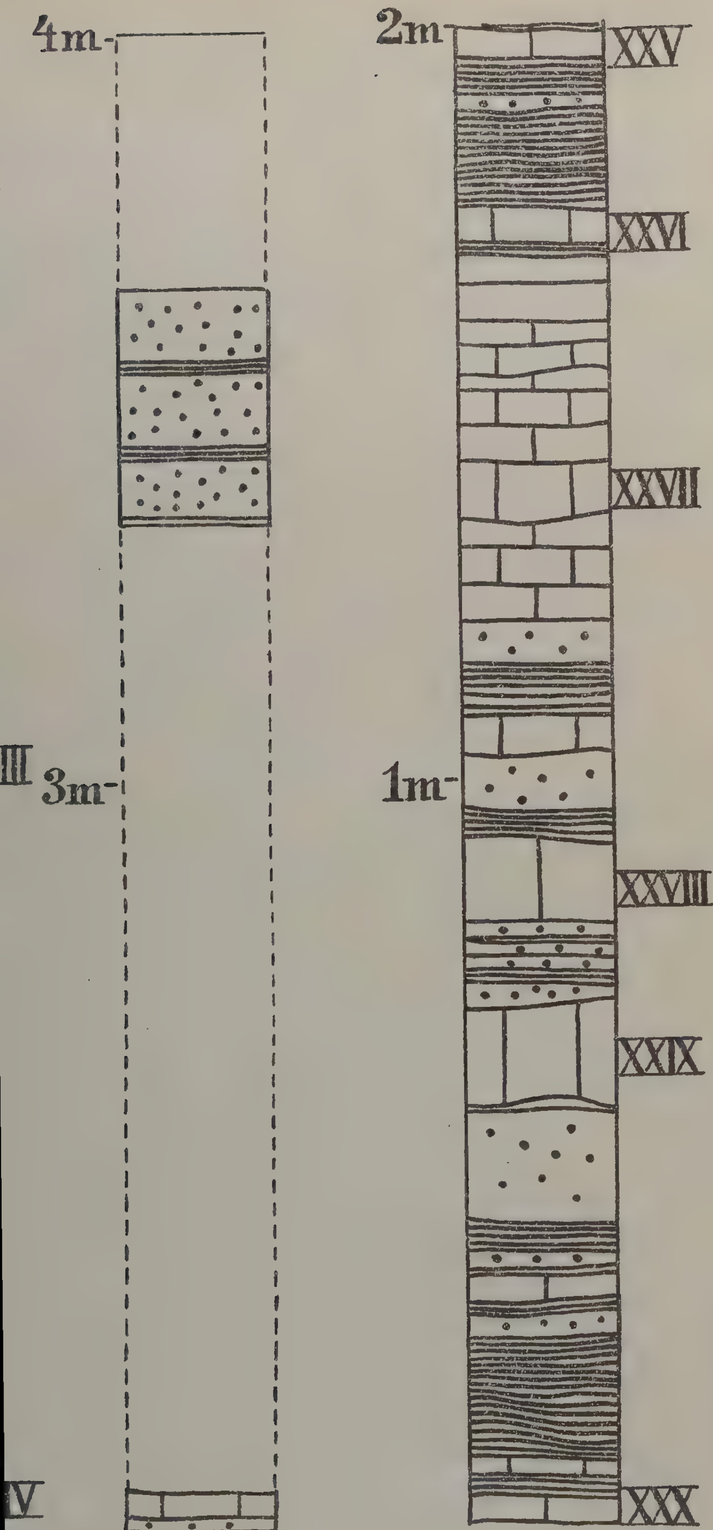


Detailprofil durch die Zonen 6c und 7a auf Limaa

(Erklärung Pag. 46-50.)

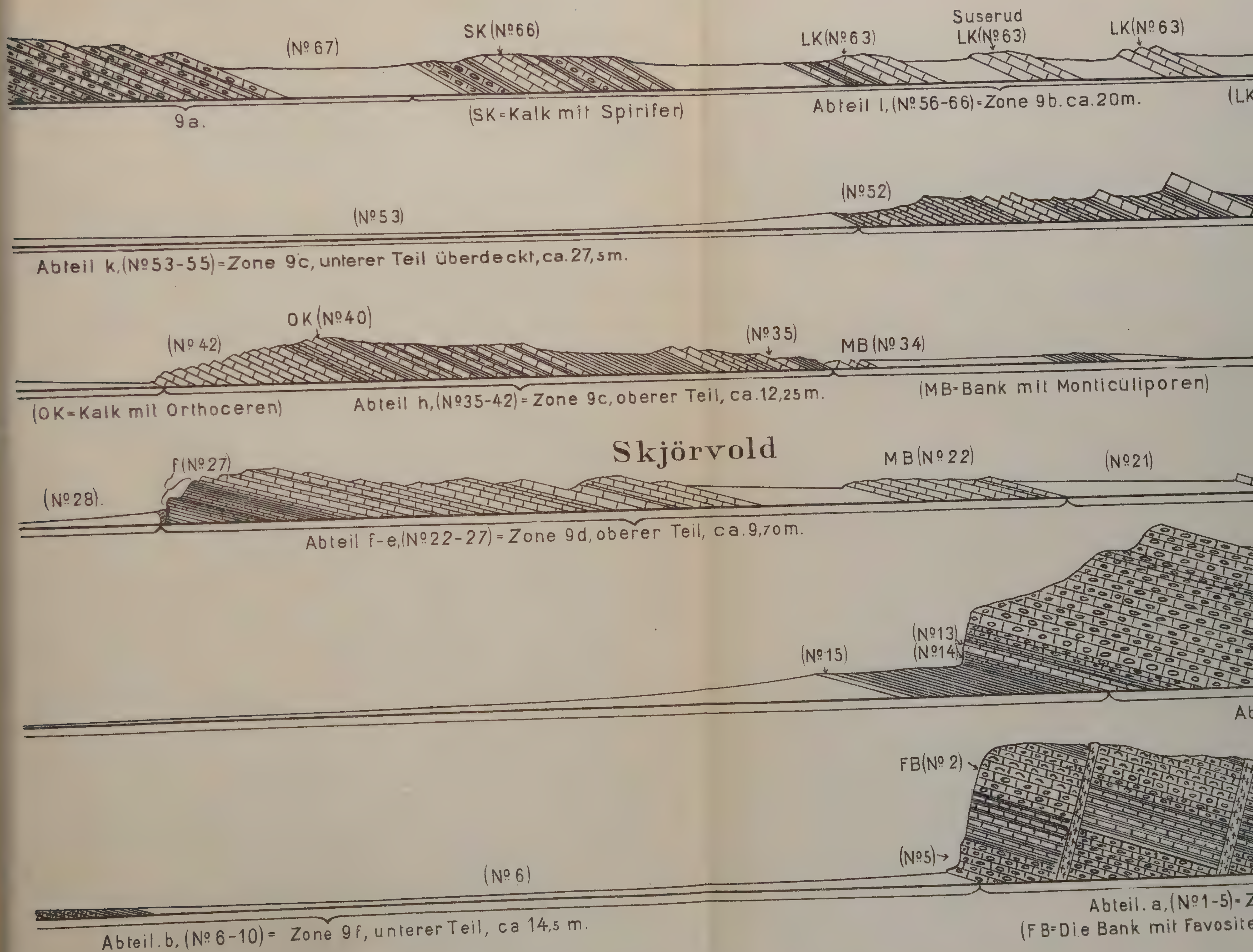


Profiltafel II.

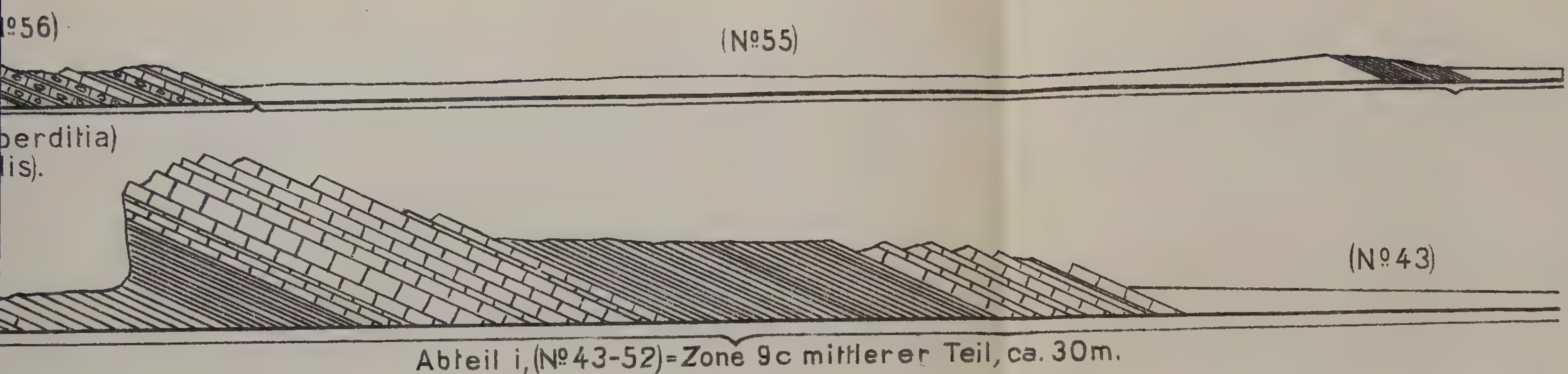


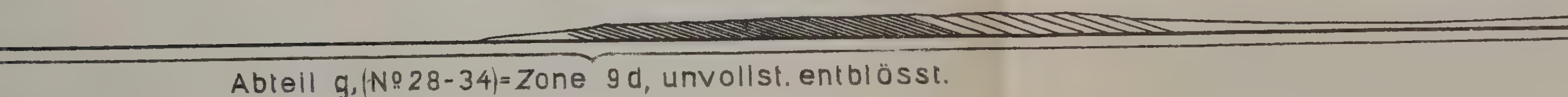
Vid.-Selsk. Skrifter. I. M. N. Kl. 1906. Bd. II.

Profil durch das Ludlow be

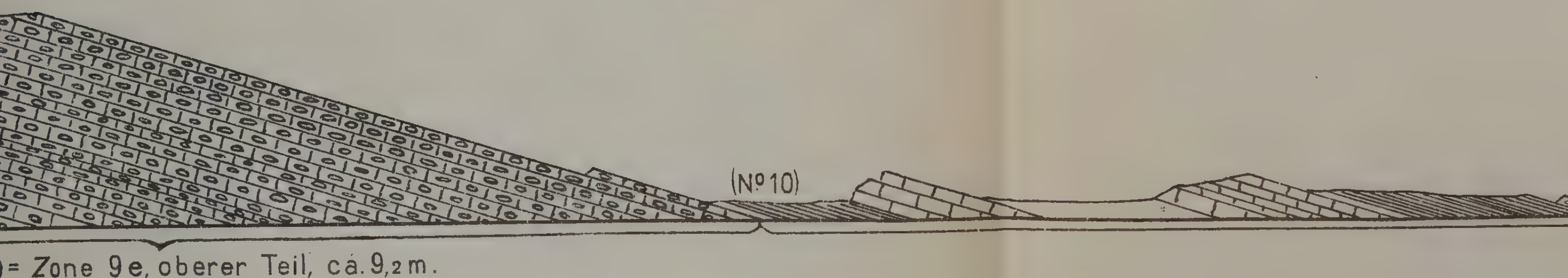


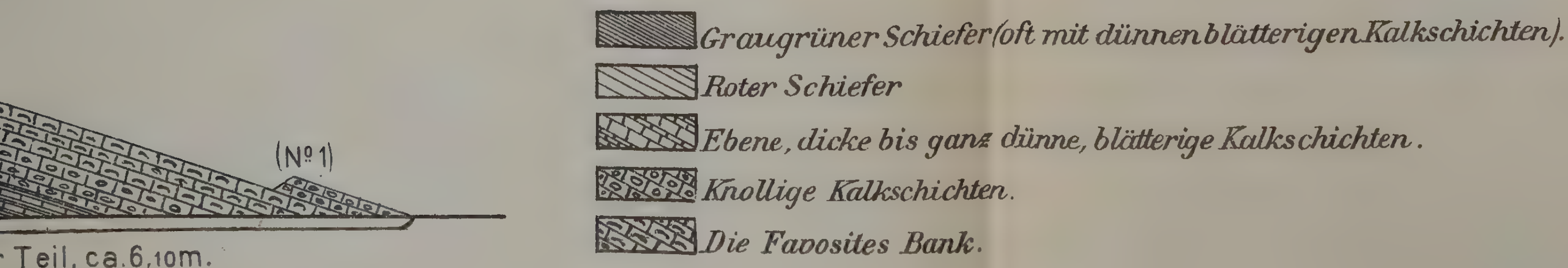
…jörvold. 1:200.












THE UNIVERSITY OF ILLINOIS AT CHICAGO
3 8198 322 315 159


BOUND BY
HNM